

Monographies d'algues en culture pure ([Reprod.]) / par Dr. R. Chodat,...



Taxonomic literature

A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types

Frans A. Stafleu and Richard S. Cowan

Second edition

Taxonomic Literature refers to the title filmed here as follows:

Chodat, Robert Hippolyte (1865-1934), Swiss botanist at Genève, plant collector in Paraguay. (*Chodat*):

1109. *Monographie d'algues en culture pure* ... avec ix planches en couleur et 201 figures dans le text. Bern (K. J. Wyss) 1913. Oct. (*Monogr. alg. cult. pure*).
Publ.: 1913 (Nat. Nov. Feb 1914), p. [ii]-xii, [1]-226, *pl. 1-9* with letterpress. *Copies*: MICH, NY, PCS, U, US. – *In*: *Matériaux pour la flore cryptogamique Suisse* 4(2), 1913.
Ref.: BM 6: 204; Kew 1: 542.

MATÉRIAUX

POUR LA

FLORE CRYPTOGAMIQUE SUISSE

PUBLIÉS SUR L'INITIATIVE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE SUISSE
PAR UNE COMMISSION DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES
AUX FRAIS DE LA CONFÉDÉRATION

VOLUME IV, FASCICULE 2

MONOGRAPHIES D'ALGUES EN CULTURE PURE

PAR

R. CHODAT.



BERNE
K.-J. WYSS, LIBRAIRE-ÉDITEUR
1913

MONOGRAPHIES D'ALGUES

EN

CULTURE PURE



PAR

Dr. R. CHODAT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE.

AVEC IX PLANCHES EN COULEUR

ET 201 FIGURES DANS LE TEXTE.



BERNE

K.-J. WYSS, LIBRAIRE-ÉDITEUR.

1913

IMPRIMERIE K.-J. WYSS, BERNE.

Sommaire.

Cystosporées.

Ulothrichiacées.

Volvocacées.

Hétérokontes.

Gonidies des Lichens
et algues affines aux gonidies des Lichens

Sur le système des Algues vertes.

MONOGRAPHIES D'ALGUES

EN CULTURE PURE



Préface.

Le Mémoire intitulé « Monographies d'Algues en culture pure » est un complément et une suite à celui que j'ai publié en 1909 sous le titre de « Etude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues ». Ce sont des documents pour une Histoire des Algues de la Suisse qui serait basée sur des observations dans la nature et sur des vérifications à partir de cultures pures. Dans les « Algues vertes de la Suisse », je m'étais efforcé d'établir, à partir d'observations personnelles, l'histoire du développement de la plupart de nos plantes vertes d'eau douce. J'avais aussi essayé de définir les espèces des Chlorophycées étudiées. Mais j'ai dû rapidement me convaincre de l'insuffisance de la simple observation dans la nature ou d'expériences tentées en dehors des cultures pures. C'est pourquoi j'ai cherché à établir une collection aussi étendue que possible d'algues en culture pure. On verra dans le travail qui suit les résultats auxquels amène cette méthode. Il n'y a que la sélection et l'expérience qui soient à même de nous donner, sur la valeur spécifique, des résultats positifs. Je montre, en particulier dans les fragments de monographie des genres *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Palmellococcus* et *Stichococcus*, tout le parti qu'une science avertie peut tirer de ces nouvelles méthodes.

Les algologues qui voudront bien s'imposer le travail pénible et long d'isoler les formes en culture absolument pure, auront la satisfaction, en quittant le domaine mouvant et imprécis de la systématique conjecturale, d'aborder le terrain solide de la systématique positive. Les résultats auxquels ils arriveront auront la valeur qu'on attribue à juste titre aux recherches expérimentales des chimistes et des physiciens. En effet, en opérant sur des algues microscopiques en culture pure, les expériences s'adressent non pas à un individu, mais en quelque sorte à la race, puisque chaque colonie comprend un nombre infini de germes tous de même origine; la variation individuelle est donc compensée et les résultats sont basés sur la loi des grands nombres.

En particulier, l'absence de tout organisme étranger, permet de résoudre d'une manière inéquivoque certains problèmes de la physiologie des plantes vertes. Cela est important, puisque tous les résultats publiés sur la nutrition et le développement des algues, en dehors

des cultures pures, absolument pures, n'ont actuellement qu'un intérêt historique et, dans tous les cas, une valeur bien douteuse.

Les planches qui accompagnent ce volume sont des reproductions de photographies d'après le procédé des trois couleurs. Elles n'ont pas été retouchées et donnent une image fidèle de l'aspect des cultures pures. Il eût été intéressant d'avoir les photographies de cultures de toutes les espèces. Mais la difficulté du travail de reproduction de cultures enfermées dans des vases clos et les frais ont limité le nombre des planches.

La plupart des figures ont été dessinées, par l'auteur, à la chambre claire. Elles ne représentent que les apparences culturales. J'ai pas cru devoir répéter les figures déjà publiées.

J'ai, dans ma collection, d'autres algues que celles qui ont été énumérées dans ce travail, d'autres Chlorophycées, des Diatomées et des Oscillatoriacées. Elles feront l'objet d'études ultérieures.

Genève, 1913.

Introduction.

Y a-t-il quelque chose de plus captivant que l'étude des algues dans la nature? La richesse des formes, la grâce des contours, la couleur et l'apparence des chromatophores sont, pour le botaniste déjà rompu au métier, un inépuisable trésor. Longtemps j'ai poursuivi, par tous les temps, du sommet des Alpes avec leurs neiges colorées jusqu'à la mer azurée, les vicissitudes des algues du bassin du Rhône, explorant neiges, tourbières, cascades, étangs et lacs, tâchant de saisir les rapports qui existent entre la forme et le milieu, entre les dispositions particulières et le mode de vie.

Parmi les sujets attrayants que comporte cette étude, le plancton a aussi attiré mon attention, non seulement celui de nos vrais lacs, mais plus tard celui de nos étangs et de nos tourbières. J'ai ainsi gagné une connaissance solide de la biologie de nos algues et aussi de leur systématique. Et à mesure que j'avançais dans ce travail, je devais me convaincre que l'identification des espèces, disons des formes rencontrées, était souvent chose fort difficile. Cette difficulté provenait tout d'abord du fait que les descriptions des anciens algologues, et aussi souvent des nouveaux, paraissaient incomplètes, le plus souvent si vagues que, faute de certitude, il fallait se décider, au plus près de la probabilité, pour un binôme déjà publié ou, lorsque la concordance était trop douteuse, pour un nouveau nom accompagnant un dessin et le plus souvent l'histoire du développement de l'algue considérée. Mais la difficulté provenait aussi du fait que les algues vertes paraissent souvent douées d'une remarquable plasticité. Selon les circonstances du milieu ou leur degré d'évolution individuelle, elles se présentent sous des apparences très variables. C'est ce qu'on appelle le polymorphisme. Il semble donc, si tel est le cas, que le programme de tout algologue serait de connaître tout d'abord l'histoire de l'algue considérée, puis de la suivre dans ses vicissitudes variées, tant celles qui résultent de son ontogénie que celles qui dépendent d'une manière de réagir morphologiquement vis-à-vis des divers milieux.

Lorsque le physiologiste, curieux de connaître tous les états conditionnés par le milieu externe ou interne, veut résoudre cette question, s'il s'agit de plantes supérieures ou tout au moins de plantes

non microscopiques, il n'a qu'à prendre plusieurs plantes de la même espèce et soumettre des lots de mêmes plantes soit aux mêmes conditions, soit à des conditions changées. Il reconnaît alors que chaque plante a une gamme de possibilités lesquelles deviennent apparentes selon l'excitant et selon la durée et l'action de ce dernier ou la valeur de son intensité.

Ce serait donc le même problème que l'algologue aurait à résoudre lorsqu'il veut connaître les diverses manières d'être qui correspondent à une plante donnée dans un milieu donné; mais la plupart se sont bornés à attribuer, au jugé, par l'examen des formes rencontrées dans la nature, divers états à une espèce. On pouvait, selon le degré de confiance qu'inspire le jugement de tel savant, tenir pour plus ou moins probables les attributions faites. Et en réalité, pendant longtemps, on a procédé ainsi: en suivant Cienkowski on a admis les états palmelloïdes de *Stigeoclonium* lorsqu'il eut démontré que, hors des thalles rampants de ces plantes, sortaient des filaments ramifiés; on a reconnu unanimement la co-existence possible de deux états chez certaines espèces de ces Chétophoracées. Depuis Sirodot, nous admettons que les *Batrachospermum* à rameaux verticillés naissent d'une plante thalloïde et plus tard filamenteuse mais à ramifications isolées. Et ainsi de suite.

Ces faits ont été généralement adoptés, parce que leur constatation était relativement facile et que les algologues qui les avaient mis en évidence, s'étaient donné la peine de décrire tous les états intermédiaires. Mais lorsque d'autres sont venus annoncer le lien génétique qui unirait certaines formes, l'exagération manifeste de leurs affirmations a provoqué une réaction dans un sens absolument contraire. A tel point que certains allaient jusqu'à affirmer qu'il n'y a point d'Algues polymorphes.[1]) Mais ce sont là discussions oiseuses. Il ne peut suffire d'observer et se fier à son sens, même affiné par une longue expérience. Un algologue ultra-prudent commettra peu d'erreurs: il laissera de côté tout ce qui ne paraît pas évident et ne retiendra que les formes qu'il a vues réellement s'engendrer mutuellement. Et cependant, même dans ces conditions, comme le démontreront les monographies qui vont suivre, le bon sens le plus robuste, le jugement le plus délicat ne saurait suffire.

Depuis des années déjà les mycologues qui s'occupent des microfungi ont renoncé à cette science conjecturale. Aucun botaniste sérieux ne consentirait à décrire des Hyphomycètes ou des Périsporiacées

[1]) Voir Chodat, R. Etude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues, Genève (1909).

en dehors des cultures pures. Aucun enzymologue ou bactériologiste ne s'aviserait d'établir un lien génétique entre des formes trouvées accidentellement de compagnie.

En effet, lorsqu'il s'agit d'organismes microscopiques, il faut au préalable s'assurer qu'ils appartiennent à la même espèce. Ceci ne peut être résolu que par la méthode des triages, par sélection, selon les procédés inaugurés par le botaniste Brefeld, développés par Koch, puis par une pléiade de botanistes ou de microbiologistes. J'ai défendu autre part ces idées avec un certain développement; si j'y reviens, c'est qu'on ne saurait trop le répéter et que depuis lors les algologues descripteurs ne semblent pas s'être aperçus de l'imprécision du domaine dans lequel ils vivent. Comme auparavant, leurs affirmations sont hasardées avec une confiance en eux-mêmes que les plus cruelles déceptions ne semblent pas affaiblir. Je dois dire, à la vérité, que parmi les descripteurs il en est qui ont bien compris la difficulté du problème. Ainsi De Wildeman[1]), après avoir essayé un système de *Scenedesmus* et après avoir fait une espèce collective des *Scenedesmus*: «N'oublions pas que nous avons fait cette classification des espèces en deux groupes pour notre facilité, cela ne veut pas dire que les formes de *Scenedesmus* sont tenues de se conformer à un tableau tracé par nous. Il ne serait pas étonnant du tout que notre tableau soit en défaut, l'espèce pourrait être plus variable que nous ne le supposons et les différentes formes du genre *Scenedesmus* former une chaîne continue dans laquelle les anciens types seraient réunis les uns aux autres par des formes intermédiaires» (l. c. 78).

Cette citation de De Wildeman montre que dans son esprit la valeur spécifique des espèces désignées est tout à fait arbitraire, parce qu'il se rend compte des difficultés du sujet. Combien cet état d'esprit contraste avec l'air fanfaron de certains algologues contemporains qui se croient assez fins pour pouvoir deviner l'amplitude des variations et qui, armés d'une scolastique bibliographie plus pédante que sérieuse, croient aux anciennes espèces, décrites par les pères de l'algologie, comme nos pères croyaient en des textes des Saintes Ecritures.

Si les Modernes ont quelque peine à définir les espèces rencontrées, ces mêmes difficultés ont été éprouvées par les premiers auteurs qui se sont occupés de cette matière. En effet, Meyen, Kützing, Brébisson, Ralfs et «tutti quanti» ne se sont pas donné la peine d'étudier à fond les genres dont ils avaient à décrire les espèces; ils ont simplement donné aux formes rencontrées, au hasard des cir-

---

[1]) De Wildeman, Prodr. algol. Ind. Batavia (1897) 77.

constances, et qui n'avaient pas encore été signalées, un nom et une description, sans tenir toujours compte des espèces affines avec lesquelles elles pourraient être confondues.

Il est tout aussi souvent arrivé que la forme qui la première a reçu un nom spécifique n'était guère qu'une forme accidentelle d'une espèce répandue. En plus, le dessin n'était pas dirigé par le désir d'éviter une confusion avec une espèce voisine et souvent quelconque.

C'est un jeu puéril de faire graviter toute la systématique autour de cette exégèse sacro-sainte du premier binôme, oubliant que l'important c'est d'étudier l'espèce dans tous ses aspects afin de contribuer non pas essentiellement à la résolution d'une énigme archéologique, mais d'une énigme scientifique, la valeur de l'espèce. Ce n'est pas que je ne sente combien il est nécessaire de ne pas surcharger la bibliographie de nouveaux noms; mais il faut bien reconnaître, hélas, que plusieurs des algologues contemporains ne sont guère que des bibliophiles.

J'ai été forcé de laisser de côté bien des noms anciens parce qu'ils ne correspondaient à rien de certain. Ainsi quand M. Wille[1]) veut absolument que *Sphaerocystis* Chod. et *Gloeococcus* A. Braun soient synonymes, ils montre seulement une bonne connaissance de la bibliographie, mais il confond deux choses tout à fait distinctes. *Gloeococcus* est une Algue de fontaine qui atteint la grosseur d'une pomme, tandis que *Sphaerocystis* est une Algue microscopique. Lorsque cet excellent algologue aura montré que *Sphaerocystis* peut exister sous un état *Gloeococcus mucosus*, je le suivrai. En attendant, je ne considère son identification que comme un amusement sans portée scientifique. Il y a plus de *Chlamydomonas* qui ont la forme des cellules du *Gloeococcus* que de *Sphaerocystis* qui lui ressemblent. J'ai choisi cet exemple pour montrer jusqu'à quelle aberration un excellent algologue, auquel ne s'appliquent pas en général les réflexions que j'ai tout à l'heure exprimées, peut être amené, par le désir de faire renaître, coûte que coûte, un ancien nom incertain. Dans un domaine aussi difficile que l'étude des Chlorophycées inférieures il faut éviter d'ajouter de nouvelles imprécisions en identifiant à tort et à travers.

Mais même lorsque l'identification paraît faite avec un esprit judicieux elle peut cependant n'être exacte qu'en partie. Pour aussi longtemps qu'on n'a pas isolé les Algues en culture pure, on ne peut savoir si, lorsqu'on est en présence de formes nombreuses appartenant

[1]) Wille, N., Nyt. Magazin for Naturwidens Kaberne, Christiania (1903), 90—176. — Chodat, R., Quelques points de nomenclature algologique, Bull. Herb. Boiss. IIe série, IV (1904), 233.

à un même type morphologique, ces différentes formes sont simplement des états d'une seule espèce, ou si chacune des formes constitue une espèce. Je le répète, la comparaison dans la nature ne fournit pas la solution de ce problème, le plus important de la systématique.

Ainsi Klebs se demandait si vraiment il y a des espèces, au sens propre de ce mot, parmi les Desmidiacées[1]); ce problème n'est pas encore très avancé, il ne le sera que lorsque nous disposerons de quelques cultures pures de Desmidiées. De Wildeman se demanda, s'il existe dans le genre *Scenedesmus* une ou plusieurs espèces. Wille[2]) semble aussi ne pas croire à l'existence de petites espèces parmi les Algues ou tout au moins (l. c. 2.), et en ceci je l'approuve, n'admet pas qu'il soit permis, sans autre, de transporter l'idée des espèces élémentaires en algologie, tant que nous n'avons pas de cultures démonstratives (l. c. 2).

On verra plus loin que le nombre des espèces qu'on est en droit de supposer est légion. Mais on verra aussi que l'algologie classique est impuissante à nous renseigner sur ce point. Supposons, ce qui est arrivé, que des algologues soient partis de l'idée exacte de la multiplicité des espèces; je montrerai plus loin que le plus souvent leur inspection était insuffisante, non pas tant à cause de leur inintelligence, mais parce que le problème de la spécificité n'est pas du domaine de la taxonomie, de la systématique comprise comme la comprennent les gens d'herbier ou les planctologues, ou les fabricants de listes, pour lesquels je professe d'ailleurs les meilleurs sentiments, mais auxquels je dénie le pouvoir de résoudre par les méthodes jusqu'ici en usage ce beau problème de la spécificité, s'il ne veulent expérimenter. En particulier, chez les Algues vertes inférieures, la difficulté de définir l'espèce par les seuls caractères morphologiques est si grande que l'on peut dire qu'il n'a jamais jusqu'ici été sérieusement abordé. Je me suis efforcé depuis déjà longtemps, car mes premières cultures pures datent de 1896, de contribuer à résoudre certains côtés de ce problème. J'ai en particulier essayé de réunir un nombre suffisant, non pas tant d'algues curieuses par leur développement, mais d'algues qui appartiennent à un même type morphologique, de manière à pouvoir mieux saisir ce qui constitue dans chaque groupe le caractère spécifique.

Disons tout de suite que les espèces affines de *Chlorella*, de *Scenedesmus*, de *Stichococcus* diffèrent non seulement par leur mode de

[1]) Klebs, G. Die Desmidiaceen Ostpreussens, Inaug. Dissert. Königsberg (1879).

[2]) Wille, G., in Engl. Nat. Pflz. Fam. Nachträge zum I. Teil, 2. Abteilung, Bogen 7 bis 12 (1910).

vie mais aussi par des caractères morphologiques. Ces derniers caractères sont le plus souvent impossibles à démêler dans un milieu naturel où ces espèces vivent souvent en mélange. J'ai, par exemple, dans l'étang de l'Ariana, au moins six espèces de *Scenedesmus* qui se laissent reconnaître dans leurs formes les plus aberrantes, lorsque, par l'étude des cultures pures, on a été informé de leur existence séparée, mais qu'on ne saurait reconnaître de prime abord, cellule après cellule, dans le milieu naturel.

Quand il s'agit d'espèces différant en particulier par la dimension, il peut arriver que les plus petits individus de la grande espèce soient plus petits que les plus grands de la petite espèce; la différence dans la morphologie extérieure peut être parfois si difficile à évaluer, qu'en mélange, les formes semblent constituer un tout continu.

On pourrait au besoin appliquer à cette recherche les méthodes de la biométrie.[1]) On sait que mesurant un nombre considérable d'individus supposés appartenir à la même espèce ou à une espèce collective, la courbe de variation peut être simple. c. a. d. unimodale. On supposait donc que le matériel est pur. Mais bien des exemples ont montré que les mélanges peuvent aussi fournir des courbes à un sommet et même des courbes de probabilités satisfaisantes. Cela arrive lorsque, le mélange de plusieurs races se faisant, le milieu agit sur chacune de ces races en lui imprimant un développement plus ou moins vigoureux. Il se peut alors que les individus de ces races se groupent dans ce milieu en suivant également la loi des grands nombres, l'une des formes l'emportant sur d'autres qui, dans la lutte pour l'existence avec ses multiples facteurs, se subordonnent régulièrement, comme dans une population équilibrée se subordonnent divers éléments ethniques.

Mais prenons l'exemple d'une statistique qui aboutirait à une courbe à plusieurs sommets. L'opinion la plus plausible est, dans ce cas, qu'il s'agit d'un mélange d'espèces dont chacune a un mode particulier; mais on connaît, d'autre part, des espèces qui sont dimorphes et qui par conséquent fourniront une courbe à deux sommets. Ainsi dans les espèces dioïques *(Cannabis sativa)* et sans doute partout où le dimorphisme est accentué.

Faut-il pour cela condamner les études dans la nature à partir du matériel en mélange? Non pas! Cette étude est le point de départ, elle fournit les matériaux d'expérimentation, elle suggère les premiers problèmes. Mais de même le physicien ne s'adresse pas aux phénomènes électriques de l'atmosphère pour déterminer les constantes

[1]) **Johannsen, W. Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Jena (1909).**

physiques; il retourne à la nature après en être sorti, avec les problèmes à résoudre dans le laboratoire; ces problèmes il les a résolus dans des conditions qui rendaient son investigation inéquivoque. Mais il retourne à la nature pour examiner à la lumière des faits positifs acquis et des théories qui en sont la conséquence le phénomème plus complexe et essayer de lui donner une expression scientifique. En ce qui nous concerne, seule l'étude des espèces en culture pure peut nous dire si, à côté des espèces morphologiques, c'est-à-dire à côté des espèces qui diffèrent par un caractère de structure visible, il y a des espèces physiologiques, c'est-à-dire des espèces qui, tout en étant identiques comme forme, seraient différentes par leur manière d'être vis-à-vis du substratum nutritif. Ainsi, de deux *Saccharomyces* identiques de forme, l'un contient de la maltase et peut donc fermenter le maltose, mais ne peut dédoubler le saccharose, l'autre dédouble le saccharose (contient donc de la sucrase) mais laisse inattaqué le maltose

On verra dans les monographies qui suivent que nos espèces sont morphologiques pour la plupart, c'est-à-dire que l'on peut en donner une description, qui, pour compliquée qu'elle soit, n'en est pas moins différente d'espèce à espèce. J'irai même plus loin. Chez les unicellulaires toute la morphologique ne s'arrête pas aux contours de la cellule et à la cytologie. Il y a aussi la morphologie des cultures à examiner. Elles forment des colonies dont chacune a son apparence propre et qui sont par rapport à la cellule isolée comme le peuple à l'individu isolé. Chez les animaux qui vivent en société, l'édifice social, la ruche par exemple, est caractéristique de l'espèce d'hyménoptère, le nid caractéristique de l'espèce d'oiseau.

Sans doute, ici aussi, la forme de la colonie n'est pas donnée exclusivement par le caractère interne de la cellule, mais c'est un compromis entre le milieu et l'individu. Ainsi tandis que chez *Stichococcus lacustris Chod.* sur Agar-glycose la colonie est largement étalée et visqueuse, sur gélatine glycosée, dans la même espèce, elle est en bouton hémisphérique dressé. Si on compare la forme des colonies de *Scenedesmus* ou de *Stichococcus* sur Agar ou sur gélatine on arrive nécessairement à cette conviction que la forme de la colonie dépend essentiellement de l'action du substratum. Deux espèces qui sont identiques comme apparence sur un milieu, diffèrent beaucoup sur l'autre, ainsi dans les *Stichococcus.* Chez les *Scenedesmus* l'addition de peptone égalise les apparences; plusieurs espèces sont sur ce milieu si parfaitement semblables, pour ce qui est de leur colonie, qu'on se demande involontairement s'il n'y a pas eu erreur. Mais la réinoculation sur gélatine ou sur Agar-glycose sans peptone ramène à la différen-

ciation antérieure. Il va de soi que la morphologie cellulaire subit des modifications correspondantes. Mais la même apparence des cultures ne cadre pas toujours avec la même morphologie cellulaire.

Ainsi les espèces suivantes, sur Agar-glycose se présentent comme un enduit vaselineux vert ou vert jaunâtre si semblable qu'on les prendrait pour identiques: *Sticchococcus lacustris Chod.*, *Stichococcus Diplosphaera Chod.* (65) *Palmellococcus Cladoniae Chod.* (62—68), *P. symbioticus Chod.* (71), *Stichococcus Verrucariae Chod.* (102), *Oocystis chlorelloïdes Chod.* (49).

Ainsi nos espèces sont presque toutes des espèces au sens classique du mot; ce sont des collections d'individus nés d'une seule cellule et qui présentent la même gamme de variations dans des conditions identiques. En plus, leurs agrégats ont une morphologie spéciale, comme la forêt de Conifères d'une espèce donnée a un type différent de celle d'une autre espèce (*Larix decidua*, mélèzes, *Picea excelsa*, sapins rouges); ce ne sont donc pas des races physiologiques ni des races d'acclimatation (Gewohnheitsrassen)[1].

Les physiologistes se sont souvent étonnés de ce que, dans un même milieu, une espèce pure puisse être polymorphe. Ils ont dit, avec une certaine vraisemblance: Si le matériel est identique, les mêmes conditions vont produire, sur le plasma sensible, les mêmes réactions morphogéniques. Ils ont seulement oublié que, dans les cultures, les conditions varient, en raison de la proximité des cellules, en raison des mille facteurs qui interviennent; exposons ce point qui ne paraît pas avoir été compris par la plupart des critiques.

Voici les cellules d'une Algue unicellulaire en voie de division. Si la forme de la cellule était parfaitement sphérique et si le plan de segmentation et ceux qui vont suivre étaient parfaitement symétriques par rapport à la cellule, le résultat de cette division serait un nombre de quatre, huit, seize, trente-deux cellules qui, dans le sporange, seraient également comprimées, exerceraient sur la membrane une égale pression et devraient sortir de tous côtés. Or nous voyons qu'il n'en est rien. Cette cellule a déjà des particularités qui la rendent anisotrope. Les produits de la division ne sont pas parfaitement égaux, leur croissance est individuelle et souvent même dans la cellule mère leur rapidité de segmentation est inégale. On trouvera donc dans une même cellule des spores d'inégale grandeur. Comme la répartition de

[1]) Edouard Fischer. Die biologischen Arten der parasitischen Pilze und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich, Atti della soc. elvetica delle Sc. nat. Session de Locarno, 86 (1903). — Der Speciesbegriff bei den parasitischen Pilzen. Ibidem, session de Lucerne 88 (1905).

la nourriture n'est pas absolument égale, à cause des mouvements de convexion qui se font dans le milieu nutritif et parce que la nourriture va, en vertu des principes de diffusion, vers les points où elle est insolubilisée, là où il y a constamment changement de potentiel, rupture d'équilibre, le moindre déplacement de ce dernier établit un courant inégal. D'autre part, quelque soin qu'on y mette, la lumière est inégalement distribuée, en raison d'orientation variée et, avec la lumière, la chaleur, etc. Ainsi, déjà dans la cellule mère, se manifestent des variations qui seront d'autant plus sensibles que la vitesse de développement sera plus grande, que l'accumulation des cellules en un point sera plus considérable. Ceci établit, en raison des causes énumérées, une inhomogénéité croissante. La variabilité qui, en nature, s'exprime par une courbe de probabilité n'est donc pas abolie en culture pure. Elle est souvent même exagérée 1° par l'accumulation en un espace donné des cellules qui viennent de naître à côté des cellules plus anciennes et de tout âge, 2° par la production de matières excrétées en quantité différente et différentes de qualité selon l'âge des cellules, 3° par la nécrobiose, c'est-à-dire par la diminution de la vitalité des cellules plus anciennes, lesquelles par leurs ferments libérés subissent le phénomène de l'autolyse ou perdent leur semi-perméabilité, 4° par la présence de cellules mortes dont les produits de décomposition, par leurs ferments (ferments des cellules vivantes ou leurs acides), subissent des modifications incessantes.

N'oublions pas enfin que, dans une colonie qui s'accroît, il se fait un développement centrifuge, par apposition de nouveaux éléments; mais en même temps, les cellules de toutes les régions circulaires, qui se sont successivement formées du centre vers la périphérie, se multiplient sans cesse, chacune en raison de sa position vis-à-vis de la cellule mère, de l'oxygène, de la nourriture et de la quantité des déchets, par conséquent avec des intensités inégales. On conçoit dès lors que les conditions à l'intérieur d'une colonie pure ne sont pas identiques en tous points et qu'à ces situations différentes correspondent des morphoses cellulaires très variées, surtout lorsque la plante est plastique. Je me suis efforcé dans mes dessins de donner scrupuleusement la composition d'un certain espace dans le champ du microscope.

La diagnose spécifique devient ainsi compliquée et se marque souvent mieux par l'apparence des cultures qui est une résultante que par l'apparence de chaque cellule en particulier. C'est le facies social opposé au facies individuel.

La vitesse de croissance de ces colonies varie beaucoup. Il semblerait que puisque le milieu reste indéfiniment nutritif (car dans

un milieu glycosé sur Agar, la quantité de nourriture minérale et organique est en disproportion évidente avec la quantité de cellules produites) la croissance de ces colonies devrait être indéfinie et qu'elle devrait se répandre sur tout le milieu. Ceci n'a généralement pas lieu. Ce n'est que dans les espèces filamenteuses comme *Hormidium*, *Conferva*, etc. que le milieu finit par se couvrir complètement. Il en est de même des cultures de l'*Oscillatoria amphibia* Born. Enfin dans quelques espèces visqueuses la surface totale de l'Agar se couvre. Il est alors bien évident que ce qui permet cette extension sur le milieu c'est le pouvoir de sortir de l'espace colonial, de trouver un terrain neuf. A mesure qu'autour de la colonie s'appauvrit le milieu nutritif, la vitesse de croissance ne marche pas de pair avec la vitesse de diffusion des matières nutritives. D'autre part, les déchets s'accumulant peuvent diminuer la vitesse de croissance; enfin avec le temps le milieu perd de plus en plus d'eau, la concentration augmente. A partir d'une certaine concentration, le cloisonnement cesse ou devient plus rare tandis que la croissance peut continuer encore (cellules géantes). Il y a dans ce domaine une foule d'expériences intéressantes à tenter.

Quoi qu'il en soit, chaque espèce produit, dans un temps donné, sur un milieu donné, un disque d'une certaine grandeur et qui cesse de s'agrandir après un à trois mois selon les espèces. Dans toutes les espèces, le développement à l'intérieur de l'Agar ou de la gélatine, quand cette dernière n'est pas liquéfiée, est minime. On voit clairement l'influence de l'oxygène sur le développement.

Plusieurs espèces s'élèvent beaucoup au-dessus du substratum: ce sont des espèces aérophiles pour lesquelles les conditions d'aération au contact du substratum sont insuffisantes. Parmi elles je cite les gonidies des lichens: *Cystococcus Cladoniae Chod.* (1 et 2), *Coccobotrys Verrucariae Chod.* Cela cependant n'est pas général pour les gonidies, car les *Coccomyxa* des lichens ne le font pas. *Protococcus viridis* Ag. (*Pleurococcus Naegelii* Chod.) est l'une de mes Algues qui croît avec le plus de peine sur tous les milieux; mais elle aussi, foisonne au-dessus du substratum. Il en est de même de l'*Heterococcus viridis* Chod. dont la vitesse de croissance est très grande et qui produit des amas gloméruleux sur les substrats. Ce sont évidemment des algues aérophiles. Cela se voit clairement dans la façon de se comporter du *Coccobotrys Verrucariae* vis-à-vis de la gélatine. Comme elle liquéfie cette dernière elle s'enfonce dans le milieu, mais, quand même son pouvoir liquéfiant et peptonisant est très grand, elle se multiplie peu dans ces conditions alors qu'elle foisonne sur le milieu Agar-glycose, à la surface.

Beaucoup sont cependant des micro-aérophiles facultatifs; en effet la méthode de triage utilisée par moi le démontre. Elles se forment en colonies dans la profondeur même de l'Agar. Mon élève Grintzesco a montré que, dans une certaine mesure, le *Scenedesmus acutus* peut être relativement anaérobie. Dans tous les cas, *Scenedesmus acutus* Mey. est micro-aérophile comme d'ailleurs les autres espèces, de là la plus grande facilité avec laquelle elle se laisse trier par les méthodes employées pour les bactéries.

J'ai fait examiner par mon élève Bialosuknia si en anaérobiose parfaite sur milieu nutritif Agar glycose 2 % le *Stichococcus Diplosphaera* (Bial.) Chod. pouvait se développer; le résultat a été négatif. On était d'ailleurs en droit d'attendre des Algues du Plancton, qu'elles fussent micro-aérophiles facultatives, puisque dans leur milieu naturel, eau des lacs, des étangs ou des marécages, elles ont moins d'oxygène à leur disposition que les Algues aériennes.

Quant à la faculté qu'ont ces Algues de sécréter des ferments, elle se manifeste en particulier par leur pouvoir de liquéfier la gélatine. Tous les *Scenedesmus* la liquéfient mais inégalement; les deux espèces qui liquéfient le moins, *S. costulatus* Chod. et *S. obtusiusculus* Chod. (cette dernière ramollit seulement la gélatine), sont aussi les seules qui, sur milieu Agar glycose 2 %, produisent de la carotine en quantité suffisante pour être visiblement manifestée dans les vieilles cultures. Ce sont aussi ces deux espèces qui dans les cultures liquides (Detmer 1/3 ÷ Fe_2Cl_6 0,02 %) (17. II. — 5. VI) ont, à la lumière directe, rougi fortement, le *S. obtusiusculus* plus que le *S. costulatus*. Je montrerai plus loin qu'on peut, par des expériences nouvelles, au moyen de mon réactif Tyrosinase — p. Krésol, mettre en évidence, non seulement le pouvoir liquéfiant des Algues, mais aussi leur pouvoir peptonisant.

Tandis que la liquéfaction par la plupart des *Scenedesmus* aboutit rapidement à transformer le milieu gélatinisé en un liquide très fluide, celle produite par d'autres espèces n'aboutit dans les meilleures conditions qu'à la production d'un sirop visqueux. Souvent aussi l'action peptonisante des Algues ne se marque que par l'amollissement de la gélatine nutritive.

On pourrait donc se servir pour caractériser les Algues inférieures en culture pure, de tous les caractères morphologiques et physiologiques observés ou expérimentés.

J'aurais voulu donner à ces recherches beaucoup plus d'extension, approfondir à propos de chacune des espèces ses propriétés physiologiques. Mais je m'excuse. Que ceux qui ont fait de semblables re-

cherches, en isolant eux-mêmes les Algues, jugent. Le triage lui-même est un travail bien autrement difficile que celui du triage des bactéries. Il faut en moyenne trois à quatre mois pour obtenir un résultat et neuf fois sur dix aucun résultat. La nécessité de surveiller moi-même une collection toujours grandissante et le temps considérable que prend toute expérience m'ont décidé de présenter au public scientifique le résultat de mes observations sans attendre que sur chaque point j'aie obtenu des résultats comparatifs.

Scenedesmus Meyen.[1])

J'ai choisi, pour commencer cette étude sur les Algues en culture pure, le genre *Scenedesmus* parce que les espèces en sont assez nombreuses et que la délimitation des formes de ce genre par les systématiciens est chose si incertaine que les uns ont séparé spécifiquement toutes les formes rencontrées, tandis que d'autres ont condensé ces formes en quelques espèces plus aisées à définir morphologiquement. Je voudrais montrer que ni les uns ni les autres n'ont raison et que la distinction scientifique de l'espèce est affaire non d'appréciation au jugé mais de triage et de sélection selon les méthodes des cultures pures. Il me sera facile de montrer que les plus sagaces des observateurs se sont trompés. J'ai appelé, déjà autre part, systématique conjecturale, par opposition à la systématique expérimentale, le travail de classification opéré au jugé des états morphologiques rencontrés en nature. Il y a sans doute dans ce travail provisoire, entrepris par des systématiciens consciencieux et de bon sens, une part importante de vérité. Ce premier classement précède nécessairement celui plus réellement scientifique qui consiste à analyser les mélanges tels que le milieu naturel les fournit. Cette analyse ne peut consister que dans la séparation des organismes uni-cellulaires, cellule par cellule et ensuite étudier la descendance de ces germes isolés. La plupart des *Scenedesmus* qui font l'objet de cette étude sont des espèces qui vivent de compagnie dans le petit étang à canards du Parc de l'Ariana près de Genève et duquel nous avons déjà extrait plus d'une forme nouvelle. Dans un milieu aquatique riche en substances organiques comme est l'eau d'un étang à canards, abondent les bactéries et les champignons. Aussi plus d'un algologue craindrait de s'engager dans la voie longue et difficile des triages, supposant que ce triage n'aboutira qu'à isoler des Schizomycètes plus abondants que les Chlorophycées. On fera alors bien de recourir à la méthode suivante qui favorise excessivement le développement des cellules vertes.

On préparera des flacons Erlenmeyer coniques contenant 20 ccm de liquide nutritif, solution de Detmer au 1/3. On ajoute du chlorure de fer à la dose de 0,01 à 0,1 % et on inocule cette solution préalablement stérilisée par l'eau verte de l'étang en ayant soin de n'introduire

[1]) Nova Acta, XIV (1828), Tab. XLIII.

que quelques gouttes du milieu naturel. Tandis que dans les flacons sans fer la multiplication est excessivement lente ou nulle, dans des flacons additionnés de chlorure ferrique il y a en peu de jours une production excessive de cellules vertes et, selon les espèces et la concentration, la masse verte peut devenir énorme en peu de temps.

On trouvera quelquefois avantageux d'ajouter du chlorure de sodium; les concentrations avantageuses sont pour le chlorure de sodium 0,10 à 0,20 % et pour le chlorure ferrique 0,005—0,02 %. On peut alors procéder à la multiplication et à la séparation des germes dans des milieux agarisés et pauvres en matières salines, nous choisissons habituellement la solution nutritive minérale donnée par Detmer dans son traité pratique de physiologie. Il faut la diluer au 1/3. Au bout de quelques semaines on voit apparaître à l'intérieur de la gélose les points verts qui correspondent aux colonies des Algues. On prélève au moyen d'un fil de platine stérilisé et on transporte des germes sur l'Agar glycose 2 %. Il vaut mieux à ce moment-là procéder à un second triage. Lorsque les nouvelles colonies se sont agrandies on peut les examiner au microscope; on ne retient que celles qui sont sans bactéries, puis on sépare de nouveau ces organismes par un nouveau triage sur Agar — Detmer 1/3. Si toutes les colonies sont identiques soit comme mode de croissance, comme couleur ou comme morphologie cellulaire, on est réellement en présence d'un matériel homogène. Nous avons trié par ce procédé plus de douze espèces de *Scenedesmus* et c'est à propos de ces espèces en culture pure que nous allons faire une révision du genre *Scenedesmus*.

Fondé par Meyen en 1829, ce genre[1]) comprenait selon lui les espèces suivantes: *Scaenedesmus obtusus* (l. c. 775, l. 4 Tab. fig. 30 et 31), *S. fusiformis*, *S. longus* (l. c. Tab. XVIII, fig. 26 à 28), *S. magnus* (l. c. fig. 26 à 29), *S. acutus* (l. c. fig. 32), *S. pectinatus* (l. c. 775, fig. 34 à 35). L'orthographe du nom générique varie chez cet auteur entre *Scaenedesmus* et *Scenedesmus*. C'est ce dernier nom qui a prévalu.

Mais déjà en 1828 Turpin décrivait sous le nom d'*Achnanthes* les formes suivantes: *A. bijuga* (l. c. Tab. fig. 4), *A. quadrijuga* (fig. 5), *A. quadralterna* (fig. 7), *A. octalterna* (fig. 8), *A. obliqua* (fig. 9), *A. dimorpha* (fig. 12), *A. bilunata* (fig. 5), *A. quadricauda* (fig. 6). Ces formes ont été aussi figurées dans les planches du Dictionnaire des sciences naturelles (1819—1845). Ces dernières figures sont beaucoup plus petites que les autres. Mais toutes sont si imparfaites qu'il est difficile de s'y reconnaître. Cependant remarquons que l'*A. quadricauda*

[1]) Nov. Acta XIV, Tab. XLIII. — Turpin, Aperçu sur le nombre deux. Mémoires du Museum, Paris XVI (1828), Tab. XIII.

est muni d'arêtes aux deux cellules terminales du cénobe linéaire et quadricellulaire. Chaque cellule est fusiforme, les extrémités sont subaiguës. Nous montrerons plus loin que du type à cénobe quadricellulaire à quatre piquants il y a dans nos cultures au moins trois espèces. Aucune cependant ne ressemble exactement à la plante figurée par Turpin. Chez cette dernière les cellules fusiformes sont isolées des deux côtés sur au moins un quart de leur longueur si ce n'est plus.

Si nous réunissons provisoirement sous le nom de *S. quadricauda* auct. (incl. *S. caudatus* Corda et *S. variabilis* de Wildm. pp.) toutes les formes à cénobes munis de quatre piquants marginaux, je remarque qu'une disjonction semblable des cellules ne s'observe chez aucune des formes figurées par les auteurs (j'ai soigneusement relevé toutes les figures publiées de cette espèce collective), pas plus que chez les formes décrites par Meyen sous les noms de *S. longus* et *S. magnus*; c'est cependant cette dernière forme qui se rapprochait le plus de l'*Achnanthes quadricauda* Turp.

Enfin il se pourrait que le *S. opoliensis* Richter avec ses cellules réunies sur une faible partie de leur longueur fût analogue ou identique à l'espèce de Turpin. Comme on le voit, aucune des formes décrites à quatre piquants, à cénobe quadricellulaire, ne correspond exactement à l'*Achnanthes quadricauda* Turp. Ce terme de «*quadricauda*» devrait donc être réservé pour désigner les formes habituellement rencontrées. Mais il est si généralement usité pour désigner les cénobes quadricellulaires dont il sera question plus loin que nous l'avons conservé pour l'une des formes, celle qui correspond le mieux à la forme généralement décrite sous ce nom.

Les autres *Achnanthes* sont évidemment des *Scenedesmus*, mais nous différons des auteurs modernes, qui ont presque tous vu, sans doute sans vérification à partir des sources, dans l'*Achnanthes bijuga* un *Scenedesmus* bien figuré par Hansgirg[1]) et que la plupart des modernes ont désigné sous le nom de *S. bijugatus* (Turp.) Kütz.[2])

Ici les cellules sont elliptiques plus ou moins cylindriques, à sommet arrondi, obtus, disposées en une série linéaire régulière ou irrégulière. Au contraire dans l'*Achnanthes bijuga* Turp. il s'agit de cellules disposées par deux, quatre fois plus longues que larges et à extrémité brièvement aiguës. La forme et les proportions de ces cellules sont les mêmes que dans les *A. quadrijuga, A. quadralterna, A. octalterna, A. obliqua* du même auteur. Il est bien évident qu'en dessinant

[1]) Hansgirg, Prodr. der Algfl. v. Böhmen (1888), fig. 61.

[2]) Kützing, Syn. Diatom. (1834).

les cellules de cette dernière espèce à une échelle plus petite l'auteur a voulu ménager la place de sa planche, car tout le reste est identique sauf l'arrangement des cellules. Le seul indice qui pourrait parler en faveur de l'idée de réunir les *A. bijuga* et *A. quadrijuga* avec le *S. bijugatus* auct. cit. serait la plus longue adhérence des cellules le long de leur ligne de suture. Mais il n'en reste pas moins que par la forme des extrémités des cellules ces deux formes ne peuvent être considérées comme identiques au *S. bijugatus* auct.

Restent les formes *A. quadralterna, A. octalterna* et *A. obliqua* aux cellules fusiformes et disposées en série alternante ou oblique. Les auteurs ont été généralement d'accord pour voir dans l'*A. obliqua* Turp. la même plante que le *Scenedesmus acutus* Meyen. La figure de Meyen tout aussi mauvaise que celle de Turpin représente un petit cénobe quadricellulaire à cellules très aiguës, alternantes et dont les deux latérales sont un peu arquées vers l'extérieur, figure qui ressemble beaucoup plus à l'*A. dimorpha* Turp. (l. c. fig. 12).

Je démontrerai plus loin que dans le groupe des «*Acuti*» il y a (sensu strictiore) au moins deux espèces, l'une étudiée par mon élève Grintzesco, l'autre dont nous ferons plus loin la monographie et dont il a déjà été parlé autre part[1]). Dès maintenant nous groupons ces «Acuti» en deux séries.

1° *S. dimorphus* (Turp.) Kütz. Cellules fusiformes, les extérieures brièvement aiguës, arquées vers l'extérieur. C'est l'*Achnanthes dimorpha* Turp. (l. c. pl. 13, fig. 12), *S. acutus* Meyen (l. c. p. 775, fig. 32), *S. acutus* Meyen, Kützing (Syn. Diatom. Linn. 1833. 609, fig. 86), *S. pectinatus* Meyen (l. c. fig. 34—35), *S. bilunulatus* (Turp.) Kütz. (Syn. Diat. fig. 93).

2° *S. obliquus* (Turp.) Kütz. Cellules fusiformes, en cénobe linéaire droit ou oblique ou à cellules alternantes, les extérieures ordinairement non recourbées en croissant. C'est aussi le *S. acutus* Naeg. non Meyen. Il est excessivement probable que les formes d'*Achnanthes* nommées par Turpin *A. bijuga, A. quadralterna, A. octalterna, A. obliqua* aux cellules droites et aiguës ainsi que le *Scenedesmus Leibleinii* Kütz. (Syn. Diat.) appartiennent à des formes de cette espèce. Quant aux autres noms imposés par Meyen, *S. longus* et *S. magnus*, il correspondent à des espèces du groupe des «*Caudati*». Meyen se borne à donner les diagnoses suivantes: *S. magnus*, cellulae majores quatuor — *S. longus*, cellulae minores octo. La dimension n'est pas indiquée et lorsqu'il s'agit de formes étudiées en nature on fait bien de suivre le conseil de Lemmermann[2]) qui judicieusement avertit: Bei dieser Ge-

[1]) Chodat, Polymorphisme, etc. (1909), 91.
[2]) Archiv für Hydrographie und Planktonkunde (1910), 309.

legenheit möchte ich doch darauf hinweisen, dass die Aufstellung von kleineren und grösseren Varietäten bei den Gattungen *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, *Sorastrum* etc. vollständig zwecklos ist. Junge Familien werden natürlich kleiner, ältere grösser oder kräftiger sein.» — Nous verrons que ce sage conseil s'applique surtout aux observateurs qui, dans le milieu naturel, essaient de deviner les affinités de formes analogues. Si on compare des cultures pures dans les mêmes conditions on se rendra compte que la dimension est, comme tout autre, un caractère important pour la définition spécifique, de même que les herbes ne sont pas des arbrisseaux, les arbustes des arbres. Les dessins donnés par Meyen sont minuscules; ils permettent cependant de reconnaître que les deux formes correspondent au *Scenedesmus quadricauda* des auteurs ou au *S. caudatus* de Corda. Mais il y a dans cette espèce collective plusieurs espèces réelles! Quels binômes de l'algologie conjecturale faut-il retenir?

On verra aussi plus loin que le nombre des cellules qui constituent chaque colonie est de 4, de 8 ou d'un multiple de 4. Encore à ce propos, le caractère donné par Meyen: cellulae quatuor, cellulae octo, ne signifie rien au point de vue spécifique.

En 1834 Corda dans l'Almanach de Carlsbad décrit: *S. caudatus*, *S. pyrus*, *S. ellipticus*.

En 1833 Kützing dans le Synopsis Diatom. croît reconnaître dans l'*Achnanthes bijuga* Turp. ce qu'il appelle *Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kützing et que plus tard Wittrock appella *S. bijuga* (Turp.) Wittrock. C'est une forme à cellules linéaires obtuses inermes et que Naegeli[1]) a figurée sous le nom de *S. obtusus* Meyen. J'ai déjà montré l'erreur probable de cette identification. Quant au *S. bilunulatus* (Turp.) Kütz. le dessin donné par cet auteur nous renseigne suffisamment. C'est la copie amoindrie du dessin original de Turpin. C'est dire que nous ne pouvons identifier cette forme avec quelque chance de probabilité. Il a déjà été question du *S. dimorphus* (Turp.) Kütz. qui est une forme du *S. acutus*. Le *S. Leibleinii* n'est qu'un état du *S. acutus* à quatre cellules brièvement fusiformes et droites. Il en est de même du *S. minor*, *S. ovalternus*, *S. trijugatus*. Quant aux *S. duplex* et *S. moniliformis* avec leurs petites cellules arrondies, nul ne saurait dire à quel genre les rapporter.

Avec Brébisson[2]), nous avons la répétition des espèces de Kützing et en plus un *S. quadrirenalis* Breb.: Corpuscules verts et réniformes au nombre de quatre, soudés par le dos et en losanges (pl. 8, l. c.). Il ne peut s'agir d'un *Scenedesmus*.

[1]) Einzellige Algen, (1849) Tab. V., fig. A.

[2]) Algues des environs de Falaise, décrites et dessinées par MM. de Brébisson et Goday (1835) 60.

A la page 66 de l'ouvrage cité nous lisons: Nous pourrions ajouter aux espèces citées les suivantes: *S. quadricauda* B. (*S. magnus* Kütz.), *octodacrys* B., *dimorphus* K. *tetradacrys* B., *tetrapenion* B., *ovalternus* B., *pectinatus* Meyen, *bilunulatus* Kütz. etc. On voit par cette citation que de Brébisson n'a pas décrit le *Scenedesmus quadricauda*, il n'a fait que créer un nom nouveau.

Chez Ralfs, le *S. acutus* (l. c. XXI, fig. 14 et fig. 16) rappelle bien le *S. acutus* des auteurs et en particulier de Meyen; comme dans ce dernier, les cellules du cénobe sont aiguës et les marginales sont légèrement falciformes. Tout ceci ressemble au *S. dimorphus* de Kützing, à cette différence près que dans la figure de Turpin ou de Kützing les cellules du cénobe ne sont pas alternantes ni aussi aiguës. Mais nous montrerons que, dans les cultures, le *S. acutus* peut revêtir des apparences extrêmement variées.

Il est difficile de dire à quoi il faut rapporter le *S. antennatus* Bréb. qui figure pour la première fois dans l'ouvrage cité de Ralfs (222, Tab. XXXV, fig. 27). Il constitue un cénobe quadricellulaire aux cellules internes fusiformes, les externes falciformes, mais un peu ventrues au milieu. On rencontre souvent des formes du *S. acutus*, en culture pure (lorsque la concentration est plus élevée que la moyenne), dont les cellules présentent cette apparence ventrue, dont les prolongements se développent en antennes un peu obtuses et dont l'extrémité semble être munie d'un petit épaississement en forme d'un bouton. Je ne sache pas qu'aucun algologue ait retrouvé, sous la forme décrite par Ralfs, cette espèce de Brébisson. Dans tous les cas le *S. antennatus* var. *rectus* Wolle (F. W. Alg. U. S. 1887, pg. 172, Tab. CLVI fig. 16, 17) ne ressemble en rien au *S. antennatus* Bréb. C'est un cénobe quadricellulaire à cellules brièvement fusiformes, droites et munies chacune de deux soies droites et longues. Je ne crois pas non plus qu'une forme semblable ait été vue par un autre algologue. Dans tous les cas elle ne peut être amenée vers la plante de Brébisson.

Ralfs a repris le nom de „*quadricauda*" de Turpin et a réuni sous ce terme:

α) *typica*, cellules externes munies de deux piquants,
β) cellules externes munies de trois piquants,
γ) *ecornis*, cellules toutes semblables sans piquants.

Il identifie cette dernière variété avec le *S. quadricaudatus* Ehrb. (Infus. tab. fig. 15, d. i. k.); celle-ci est évidemment le *S. bijugatus* des auteurs non *A. bijuga* Turp. Nos cultures ont montré que c'est une espèce distincte; quant à la variété b, à trois piquants, sur les

cellules externes il appert aussi de nos recherches que les espèces, car il en est plusieurs qui présentent ce caractère, sont distinctes de celles nommées par Ehrenberg *cornutus* et par Ralfs *typica*. En continuant cette revision, nous verrons que la plupart des auteurs, sinon tous ceux qui se sont occupés de cette matière, ont procédé d'une manière analogue et que les plus avisés n'ont pas réussi par leur faculté de raisonnement à débrouiller cet écheveau.

Ralfs appelle *S. dimorphus* (l. c. fig. 13) un cénobe quadri- ou octocellulaire à cellules étroites et justifie la séparation d'avec le *S. acutus* en disant de cette dernière: « When the cells are nearly uniform this species *(S. acutus)* has some resemblance to *S. dimorphus*, but in the latter, the cells are more slender, never ventricose and are arranged quite evenly, side by side ». Il faut sans doute comprendre ceci en disant qu'il n'a jamais nommé *S. dimorphus* que les cénobes qui présentaient les caractères indiqués. Cela ne veut pas dire qu'en réalité les cellules du *S. dimorphus* ne puissent être arrangées irrégulièrement, non plus qu'elles ne soient jamais ventrues. Nous montrerons combien varie la forme des cellules du *S. acutus* et nous verrons combien inutilement les botanistes descripteurs essayent d'enfermer dans leurs diagnoses les espèces plastiques.

Ralfs donne aussi un dessin du *S. duplex* (Kütz.) Ralfs qui est certainement une des nombreuses formes d'un *Raphidium* (l. c. tab. XXXIV, fig. 17), le *R. duplex* Kütz. (Phyc. germ. p. 144, 1845), mais il oublie que Kützing a déjà donné ce nom (Syn. Diatom. l. c. fig. 100) à une association de six petites cellules arrondies disposées en deux séries alternantes. (*S. moniliformis* Kg., *S. duplex*, Spec. Alg. 185); ce n'est d'ailleurs pas vraisemblablement un *Scenedesmus* mais quelque agrégat de petites cellules chlorelloïdes comme on en rencontre souvent. Ce sont par conséquent des noms qui tombent.

Ralfs distingue en outre (l. c. 31 fig. 15) un *S. obliquus* (Turp.) Kütz. différent du *S. acutus* Meyen. Il s'agit ici d'une forme à cellules relativement plus courtes, plus ou moins alternantes ou obliquement opposées; les cellules marginales peuvent être plus ou moins lunulées, elles sont proportionnellement plus courtes que celles auxquelles il impose le nom de *S. acutus* Meyen. Mais dans le *S. acutus* Meyen la variation des cellules et des cénobes est telle que s'il y a plusieurs espèces confondues sous ce nom collectif, ce que nous montrerons dans la suite, ce ne sera qu'à partir des cultures pures qu'on arrivera à les reconnaître. Ralfs cite d'ailleurs leur extrême variabilité (vid. observ.) et il réunit au *S. obliquus* le *S. triseriatus* comme l'avait fait avant lui le botaniste Berkeley (Engl. Bot. tab. 2933). Quant au *S. obtusus* de Ralfs (l. c. tab. 31, fig. 16) muni de cellules

pyriformes alternantes, il est certain qu'il ne peut être considéré comme synonyme du *S. obtusus* Meyen, lequel possède des cellules cylindriques également obtuses et qui est relativement peu plastique. Pour moi c'est encore une des nombreuses formes du *S. acutus* Meyen.

Kützing dans le Spec. Algarum, réunit sous le nom de *S. acutus* Meyen: a) *obliquus* (Ralfs l. c.); b) *inordinatus* Kütz. (Ehrenb. Infus. X, fig. XIX c. d.); c) *fusiformis* (Menegh l. c. 207); d) *biseriatus* (Ralfs tab. XV 7), (Ehrb. X fig. a. b.). Il a donc bien saisi que la disposition des cellules en séries linéaires ou alternantes, uniques ou doubles, n'a pas, dans cette espèce, de valeur spécifique, il réunit aussi les deux, *S. acutus* Meyen et *S. obliquus* (Turp.) Kütz. ce qui est conforme à la nature.

Du *S. caudatus* Meyen il fait le synonyme de *S. tetrapenion* Bréb. et le divise en: var. a) *minor* (Ralfs fig. 4 b, Tab. XV) qui a six piquants, quatre externes, deux médiants; b) *major* (Ralfs Tab. XV, fig. 4 a); c) *brachyurus* minor brevissime caudatus; d) *apiculatus*, binis mediis apiculatis extimiis caudatis; *ecaudatus*(*Achnanthes bijugatus* et *quadrijuga* Turp. sec. Kütz.). Lui aussi commet l'erreur grave de réunir le *S. bijugatus* des auteurs (*S. obtusus* Meyen) qui est dépourvu de piquants aux formes munies d'arêtes. Quant à sa variété *apiculatus*, elle semble se rapporter au *S. opoliensis* Richter, et peut-être aussi à l'*Achnanthes quadricauda* Turpin. Les autres variétés sont des formes qu'on ne saurait identifier et qui sans doute correspondent soit à des espèces élémentaires du *S. quadricauda* auctor. soit à des variations d'une de ces espèces. Non pas sans doute qu'il suffise de la différence de taille pour séparer les espèces, car nous montrerons plus loin combien ce caractère est variable, mais d'une manière générale et par une statistique bien faite on peut se servir du caractère de grandeur pour différencier.

Naegeli a aussi étudié les *Scenedesmus*; il a donné d'assez bons dessins du *S. acutus* (à cellules droites et fusiformes), du *S. obtusus* Meyen et du *S. quadricauda.*

Les espèces de Reinsch (Algenflora von Franken), *S. alternans* R. (*S. obtusus* Meyen), *S. radiatus* R. sont de simples variations du *S. obtusus* Meyen (vid. tab. VI a. b.); son *S. aculeolatus* (Contrib. ad. fl. aq. dulc. Prom. B. S. in Journal Soc. Linn. 16 (1877) 238, Tab. VI, fig. 1 & 2) comprend des cénobes couverts d'aculéoles.

Lagerheim, en 1882 (Vet. Akad. Förhdl. XXXIX, pg. 62, Tab. II) décrit deux nouvelles espèces, *S. denticulatus* et *S. Hystrix*, la première caractérisée par des cellules elliptiques disposées par deux ou quatre, en séries linéaires ou en zig-zag (a. *genuinus* Lag. b. *zig-zag* Lagh.) Ici chaque cellule est terminée par une double pointe courte.

Tandis que le *S. aculeolatus* de Reinsch reste à cellules obtuses, les deux piquants du *S. denticulatus* rapprochés du pôle font paraître ces cellules un peu apiculées. Les figures données par De Wildeman (Notarisia l. c.) se rapportent sans doute à la même forme que celle de Lagerheim; cela est moins certain pour la plante figurée par lui autre part (Soc. bot. de Belg. XXVII, Tab. I, fig. 23 à 37) qui n'est peut-être qu'une des formes d'un *S. acutus* (voir plus loin le résultat des cultures de cette espèce dans le chlorure de sodium).

W. et G. S. West ont aussi figuré une forme qu'ils attribuent au *S. denticulatus* Lag., leur var. *lunatus* (F. W. Alg. Madagasc. in Trans. Linn. Soc. V. Bot. 83). Mais cette forme me paraît plus voisine du *S. aculeolatus* Reinsch que du *S. denticulatus* Lagh. Le *S. bidentatus* Hansgirg (Prodrom. Algfl. von Böhmen (1892), 229) qui a été publié sans dessin, concorde dans sa description avec le *S. denticulatus* Lagerheim. S'il est déjà excessivement difficile de se faire une opinion raisonnée par comparaison des dessins, à plus forte raison sera-ce quand on n'a qu'un texte.

Depuis lors, il n'y a guère que l'étude de De Wildeman dans le Bulletin de la Société Botanique de Belgique (XXXI (1892) 218) et et dans le Notarisia (1893) qui aborde une revision complète du genre. Sous le nom de *S. obliquus* cet auteur décrit de nombreuses formes qui appartiennent vraiment au cycle d'évolution d'une des espèces élémentaires de cette espèce collective (vid. fig. 1—26 et 28—33) tandis que son *S. variabilis*, subdivisé en var. *cornutus* Franzé et var. *ecornis* Franzé réunissent sans raison le *S. obtusus* Meyen (vid. fig. 53, 54) et plusieurs espèces du groupe „*quadricauda*".

Déjà Kirchner (Algen-Flora von Schlesien, in Kryptogfl. v. S. (1878) 98) distinguait les formes suivantes: *setosus*, à six arêtes, quatre marginales et deux médianes alternantes; *horridus*, à huit piquants polaires; *typicus*, à quatre piquants marginaux; *abundans*, à six piquants marginaux, dont deux équatoriaux.

Reinsch (Die Algenflora von Franken (1867), 83) avait aussi décrit un grand nombre de formes sans leur infliger de nom, sans doute parce qu'il n'y voyait que des variations individuelles.

Le *S. variabilis* De Wildeman var. *cornutus* Franzé est aussi un complexe comprenant des espèces à quatre arêtes et à six arêtes dont deux équatoriales (*S. abundans*).

Pour W. et G. S. West le *S. quadricauda* des auteurs comprend toutes les formes armées de longues arêtes; ces botanistes qui sont toujours très positifs dans leurs affirmations et qui possèdent bien la bibliographie jettent dans cette même espèce le *S. opoliensis* Richter,

espèce certainement distincte par ses cellules apiculées et longuement aristées. Rien dans nos cultures n'autorise une semblable identification (vid. W. et G. S. West, Transact. Linn. Soc. ser. 2. Bot. VI (1902); var. *maximum* W., var. *insignis* W., var. *ellipticum* W. (id. l. c. V (1895) 41 sub. nom. var. *ellipticus*, var. *maximus*).

Schröder (Jahrb. schles. Ges. f. vat. Cultur (1894) 43) a publié une variété *S. quadricauda* forma *multicaudatus*; Hansgirg (l. c. 1892) une variété *bicaudatus*; Schröder en 1897 (Die Algen der Versuchsteiche Trachenberg, Ploen. Ber., Tab. II, fig. 5) une var. *asymetrica* qui possède, outre les arêtes marginales, des arêtes équatoriales, mais celles-ci, tantôt sur le flanc droit seulement, tantôt sur le flanc gauche du cénobe.

Le *S. opoliensis* de Richter (Zeitschr. f. angewandte Mikroskopie I (1895), 3, C. 13) est une espèce bien caractérisée. Lemmermann (Beitr. z. Kenntnis d. Planktonalg. XXIII à XXV, Forschungs-Ber. Ploen VII (1899) 18, tab. I, fig. 7) rattache à cette espèce une jolie forme munie d'une carène longitudinale et d'aculéoles terminales, tandis que sur les cellules marginales sont de longues arêtes arquées (Beitr. z. Algfl. v. Bremen XX, fig. 1). Autant qu'il paraît cette variété est une bonne espèce qui, si on l'avait isolée, se maintiendrait sans doute distincte en culture pure.

En 1895 (Nuova Notarisia, p. 89) R. Chodat a signalé sous le nom de *S. falcatus* Chod. une espèce qu'il a plus tard identifiée avec le *Selenastrum acuminatum* Lagh. (Algues vertes de la Suisse (1902) 166). La forme habituelle est celle figurée au bas de la page à gauche. Les autres figures marquent des modifications ou des états de division. Mr G. S. West (in litt.) [1]) me dit qu'il ne peut accepter cette identification, car selon lui le *Selenastrum acuminatum* serait un vrai *Selenastrum:* «never having more than four loosely aggregated cells in a colony. The cells easily become free and invariably do so when adult and just before the formation of autospores». Il me dit plus loin que mon *S. falcatus* serait identique au *S. obliquus* (Turp.) Kütz. var. *dimorphus* (Turp.) Kütz. Je ne puis partager cet avis. Il faudrait savoir si *Selenastrum acuminatum* Lagh. possède ou ne possède pas de pyrénoïdes. L'identification que j'ai faite a d'ailleurs été généralement acceptée par les algologues (Lemmermann, etc.). Mr. Johs. Boije Peterson a fait une intéressante investigation relative à la présence de processus sur la membrane de plusieurs Cystosporées. A cette occasion, il a examiné des Scenedesmus et en particulier le *S. acuminatus* (Lagh.) Chod.

[1]) Voir aussi G. S. West, Algological Notes, V—IX, in Journ. Bot., p. 79—89, et Bot. C. B., 120 (1912), 405.

(*S. falcatus* Chod., Nuov. Notar. (1895), 96). Il en donne une excellente figure qui correspond exactement à ce que l'on observe pour cette espèce dans la mare du Parc de l'Ariana à Genève. Une simple comparaison de ce dessin avec celui de Kützing, relatif au *S. dimorphus*, suffit pour convaincre de la différence. D'ailleurs aucune des six espèces de l'espèce collective *S. obliquus* (Turp.) Kützing, étudiées par moi, en culture pure, n'a produit de cénobe du type *S. acuminatus* (Lagh.) Chod. (Peterson, botanisk Tidskrift 31 (1911) 171). Il est donc certain que G. S. West est dans l'erreur en identifiant mon *S. falcatus* avec le *S. obliquus* (Turp.) Kützing *var. dimorphus* (Turp.) Kützing. En effet, la disposition, en demi-lunes parfaites, des cellules externes et l'allongement extrême du sommet des cellules ne se retrouvent jamais dans nos cultures des différentes espèces élémentaires du *S. obliquus*. Il suffit d'ailleurs de comparer le dessin de Turpin avec le nôtre pour être frappé des différences essentielles qui séparent les deux types.

Le *S costatus* Schmidle (Beitr. z. alpinen Algfl., in Oesterr. Bot. Zeitschr. 45 (1895) 305, Tab. XIV, fig. 5 à 6) est aussi une espèce bien distincte qui forme habituellement des cénobes à cellules alternantes et soudées en une plaque irrégulière.

Le *S. costatus*. Schmidle (Beitr. z. Alpinen Algfl., in Oester. Bot. Zeitschr. XV (1895) 305, tab. XIV. fig. 5 à 6) est une espèce tout aussi distincte qui forme habituellement des cénobes à cellules alternantes et soudées en une plaque irrégulière: les côtés des cellules et le bouton terminal des cellules lesquelles sont plus ou moins hexagonales, l'apparence sorastroïde du cénobe la font reconnaître de suite. Nous l'avons retrouvée dans les tourbières des environs de Genève (Lossy).

En 1897 Bohlin décrivit (Die Algen der ersten Regnellschen Exped., Bihang till K. Svensk. Vet. Akad. Handl. 23 (1897) III) les espèces suivantes qui sont réellement nouvelles: *S. curvatus* Bohl., *S incrassulatus* Bohl., *S. brasiliensis* Bohl.; cette dernière espèce a des cellules munies de côtes et plusieurs piquants très courts qui terminent ces côtes au pôle; il y a une certaine analogie avec ce qui s'observe dans le *S. denticulatus* Reinsch, mais ce dernier n'a pas de côtes. *S. brasiliensis* appartient au groupe des *Scenedesmus*, munis de côtes; nous avons déjà cité de ce groupe *S. costatus* Schmidle, il faut ajouter *S. Hystrix* Lagerh., *S. acutiformis* Schroeder, *S. carinatus* (*S. opoliensis* var. *carinatus* Lemmermann), *S. coelastroides* (Bohlin) Schmidle. Il m'est impossible, en l'absence de culture pure, de dire quelle est exactement la valeur spécifique de chacune de ces formes; la plus simple est le *S. acutiformis* Schroeder, aux cellules aiguës sans ai-

guillons ni arêtes, aux cellules marginales à quatre côtes et aux cellules médianes à deux côtes. Borge n'a trouvé que trois côtes aux cellules marginales (vid. Süsswasser-Algen aus Süd-Patagonien, in Bihang till Vet. Akad. Handl. 27 (1891). — G. S. West (Algfl. of Cambridgeshire Journ. of Bot. (1899), Tab. 395, fig. 13 à 16).

Vient ensuite le *S. acutiformis* Schroeder var. *bicaudatus* Guglielmetti (Contribuzioni alla flora algol. italiana in Nuovo Not., série XXI (1910) 7). Cette forme, qui n'est pas figurée, correspondrait au *S. bicaudatus* Hansgirg (Sitzb. Boehm. Ges. 1890) et l'auteur italien y a reconnu des côtes. C'est sans doute la plante qui correspond à notre figure H, J, 136 (Algues vertes de la Suisse). W. & G. S. West réunissent au *S. acutiformis* de Schroeder le *S. brasiliensis* de Bohlin et en font une variété *brasiliensis* (Bohlin) G. & W. West. Je pense que ces auteurs n'ont pas eu plus raison en opérant cette condensation que nous-même en réunissant toutes les espèces munies de côtes sous le nom collectif de *S. Hystrix* Lagerh. Le vrai *S. Hystrix* Lagerh. (Bidr. till Känomed etc. Vet. Akad. Förhandl., Stockholm, vol. 39, p. 47, Tab. II, fig. 18 (62)) qui est identique à mon *S. Hystrix* (*a. echinulatus* Chod.) (Alg. V. l. c. 215, fig. 136. KL) possède une côte qui fait saillie au sommet en un petit piquant et la membrane est couverte de petits aiguillons. Quant à ce qui est de la var. *S. Hystrix* d. *armatus* Chod., elle réunit les caractères d'une espèce du groupe *quadricauda* à ceux d'un *S. acutiformis* munis de trois à cinq côtes longitudinales sur les cellules marginales, il vaudrait mieux nommer cette plante *S. armatus* Chod. C'est tout à côté qu'il faut placer aussi le *S. Hystrix* var. *armatus* Bern. (l. c. pl. VI, 171 à 173); cette espèce est dépourvue d'aiguillons (voir aussi Chodat, Algues vertes, fig. 214, fig. 136 A. G. et éventuellement fig. 140). On ne peut cependant s'empêcher de penser que la réunion des espèces à côtes en un seul groupement à opposer à celui des espèces sans côtes est naturel. Le *S. granulatus* West (F. W. Alg. of Engl. in Mikr. Soc. (1897) 467 à 511, Tab. VII, fig. 1 à 2) à cénobes du type du *S. obtusus* Meyen, à parois parsemées de granules disposées en séries plus ou moins spiralées rappelle le *S. Hystrix* de Wildem. (Notarisia 1893) non Lagh. et aussi le *S. aculeolatus* Reinsch.

Nous verrons plus loin que les cellules des Protococcoïdées se couvrent souvent de granulations, dans certaines conditions de culture. W. & G. S. West ont décrit sous le nom de *S. quadricauda* var. *insignis* une forme dont la membrane est souvent granulée (l. c. Freshw. Alg. of Madag. in Transact. Linn. Soc. (1895) 83. fig. 8 et 9).

Il faut placer à la suite du *S. Hystrix* le *S. serratus* (Corda) Bohlin (Fl. algol. des Açores 27 (1901), 44, tab. IV in Bihang till K. Svensk. Akad. Handlg. 27 (1901) 44), cette espèce combine les caractères du *S. denticulatus* à ceux du *S. aculeolatus*, mais les aculéoles sont disposés en séries linéaires et ils sont plus saillants que dans le *S. granulatus* West. Ceci nous amène à une espèce douteuse comme *Scenedesmus*, le *S. spicatus* W. G. S. West (Journ. Bot., Sept. 1898. — G. S. West, Treatise Brit. Freshw. Alg. 1904, p. 220, fig. 92 L.) à cénobes bicellulaires et ornés de piquants assez courts et disposés régulièrement autour du cénobe.[1])

Citons enfin les curieuses espèces tout-à-fait distinctes, *S. perforatus* Lemm. (Zeitschr. f. Fischerei und deren Hülfswissenschaften (1903) 104, fig. 3) et le *S. producto-capitatus* Schmula (Hedwigia 44 (1910) 85).

Il résulte à l'évidence même, de cette revision, l'impossibilité dans laquelle nous sommes de délimiter avec certitude les formes spécifiques, dans le milieu naturel. Et cependant, le genre *Scenedesmus* présente au classificateur des caractères saillants qui sembleraient devoir le guider sûrement. Ce n'est pas là un défaut de la seule systématique des Cryptogames. Il en est plus souvent de même dans l'évaluation des espèces dites critiques de Phanérogames (*Hieracium, Rosa, Rubus, Taraxacum, Senecio, Vernonia* et tant d'autres genres). Le botaniste qui ne dispose que de matériaux d'herbier, et même celui qui étudie dans la nature est livré à son intuition et à son jugement pour tirer des conclusions, des conjectures, qui lui paraissent probables. Seule la science expérimentale est capable de débrouiller, d'une façon satisfaisante, l'écheveau compliqué des affinités spécifiques. Encore, le systématicien phanérogamiste a-t-il l'avantage de pouvoir étudier une plante dont le développement plus complexe fournit plus de points de comparaison. Mais ils sont bien embarrassés ces diseurs de bonne aventure quand on leur demande de définir ce que c'est qu'une espèce, une variété ou une forme. Il n'y a que l'analyse biologique, par sélection, qui permette d'isoler les espèces élémentaires, celles dont les caractères sont expérimentalement constants et qui se laissent extraire des populations au milieu desquelles elles se trouvaient mélangées. Je parle ici surtout des espèces des genres polymorphes. Beaucoup d'espèces sont actuellement isolées et sans congénères très voisins; elles s'imposent alors à l'observateur comme des entités définies. Mais le plus souvent, lorsque le systématicien croit avoir affaire à des variétés confluantes d'une seule espèce, il s'agit simplement de races ou d'espèces élémentaires dont la variation pendulaire interfère sur la variation pendulaire d'autres

[1]) Très voisine du *S. serratus* (Corda) Bohlin, l. c. 44, fig. 2.

espèces, ce qui fait croire à des formes de passage. C'est ce que nous verrons plus loin en examinant la variation d'une douzaine d'espèces de *Scenedesmus* en culture pure.

Depuis plus de douze ans je travaille à élucider ces questions de spécificité chez les algues inférieures. Je me suis alors assez vite convaincu que la multiplication des catalogues des formes observées dans différents pays n'avance guère la science des algues; ils attirent seulement l'attention sur l'immense distribution de ces plantes d'eau douce qui sont quasi-ubiquistes. Et que dire de ces travaux dans lesquels on ne s'occupe même pas de l'histoire du développement? Les espèces y sont décrites sans qu'on ait assisté à leur multiplication sous le microscope. On ne peut sans doute pas exiger des botanistes, qui ne savent même pas s'intéresser à la morphologie et à l'évolution des formes qu'ils ont sous les yeux, de s'adonner à l'analyse méthodique des mélanges d'espèces par la méthode des cultures pures.

Nous allons maintenant décrire le développement de quelques espèces en culture pure et, à leur sujet, exposer nos idées sur leur morphologie et leur biologie.

Scenedesmus obliquus (Turpin) Kütz.

Achnanthes obliqua Turpin, Aperçu organographique sur le nombre deux, Mémoires du Museum de Paris XVI (1828), 313, fig. 9; *Achnanthes bijuga* Turpin, *A. quadrijuga* T., *A. quadralterna* T, *A. octalterna* Turp., *A. dimorpha* Turp. (1828), l. c., fig. 4—9 et 12.

Scenedesmus acutus Meyen, Nova Acta XIV (1828), 2 p., 775, fig. 32. — Nægeli, Einzellige Algen, Tab. V, fig. 3. — Ralfs, Desmid. p. 191, Tab. XXXI, fig. XIV, Tab. XXXIV, fig. 16. — Id. Ann. Nat. Hist., V. p. 15, 403, fig. 6, Tab. XII. — Id. Transact. Bot. Soc. Edinb. V. 2, p. 160 — Kützing, Spec. Algar., 186, incl. a. *obliquus*, b. *inordinatus*, g. *fusiformis*, d. *biseriatus*. — Rabenhorst, Fl. europ. Algar., 64, inclus. b. *obliquus*, var. *dimorphus*. — Chodat et Malinesco, Bull. de l'Herb. Boiss., Vol. I (1893), 184, Tab. 8. — Grintzesco, *Scenedesmus acutus*, Bull. de l'Herb. Boiss., 2 (1902), 218. — Kützing, Syn. Diat., Linn. (1833) 609, Tab. 6, fig. 96.

Arthrodesmus acutus Ehrb. (incl. *A. quadralterna*, *octalterna*, *obliqua*,) Infus., Berlin (1832-1833), 309-311.

Scenedesmus obliquus (Turp.) Kütz. Spec. Algar. (1833) 185. — De Wildeman, Notarisia (1893), 103 (incl. *S. fusiformis* Meyen, *S. acutus* M., *S. apiculatus*, *S. dimorphus*). — *S. obliquus*, var. *intermedius* Bern. Ch. Bernard, Alg. unicell. d'eau douce (1909), Dpt. Agric. Ind. Neerl. fig. 417, 419 — forma *parvus* Bern. fig. 160, 161. — Id. Protococcacées et Desmid. Java, etc., l. c. (1908), fig. 407, 414, 415, 416.

Dactylococcus infusionum Næg. Einzellige Alg. (1848) e. p. 86, Tab. III, F.

J'ai cette espèce (fig. 1—11) en culture depuis 1900. Elle a été isolée de liquides nutritifs qui ont spontanément verdi dans le laboratoire; nous l'avons suivie en culture pure depuis 1906, la réinoculant tous les trois à quatre mois sur un milieu agar-glycose 2 %. Malgré son ancienneté elle ne souffre nullement et se reproduit toujours avec la même facilité; elle n'a pas varié pendant les douze ans que nous l'avons en observation. Nous n'avons donc observé aucun fait de mutation. Quelle que soit sa variabilité individuelle ou sa plasticité vis-à-vis des différents milieux, lorsqu'on la transporte de nouveau

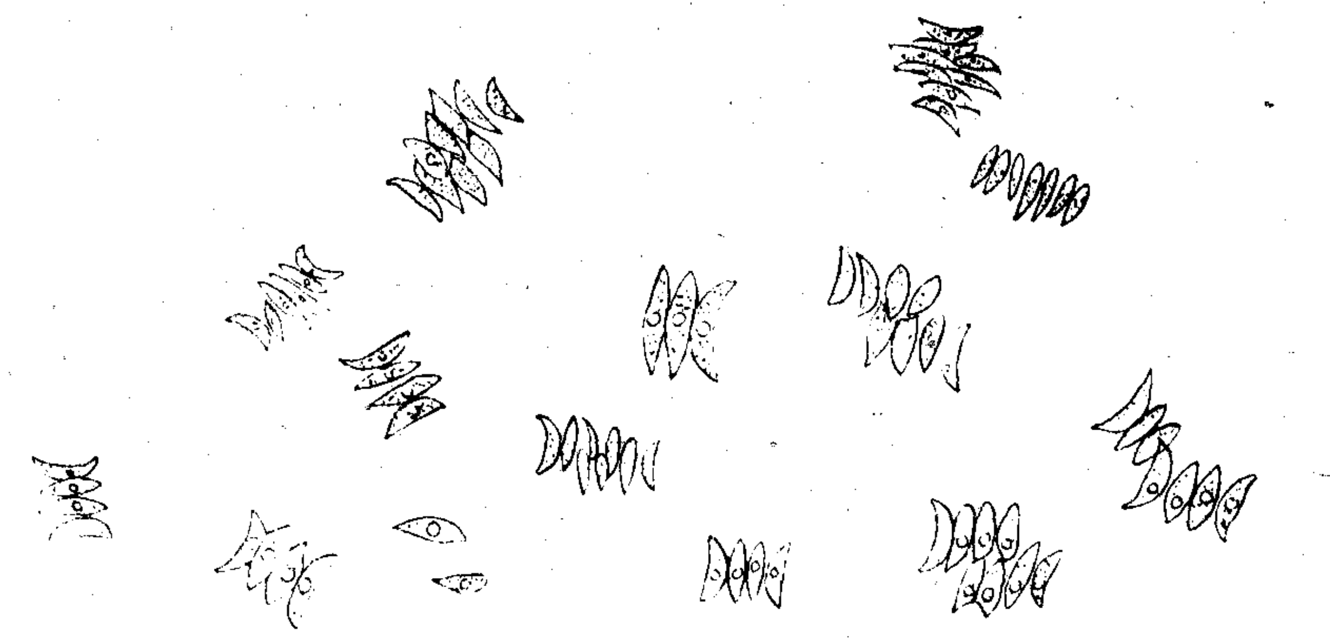


Fig. 1. *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz.
Culture sur un milieu nutritif liquide (Detmer ⅓, Fe_2Cl_6 0,02%). Début de la culture; la majorité des cénobes du type «dimorphus». Imm. eau obj. oc. 780.

sur un milieu déterminé, elle reprend l'apparence de culture et la morphologie cellulaire y est caractéristique pour ce milieu. Au cours de ces longues recherches nous avons pu vérifier un nombre incalculable de fois ce que nous avions avancé dans un premier travail [1]) c'est-à-dire que cette algue peut présenter des apparences variées: 1° *Dactylococcus infusionum* Nægeli; 2° des stades *Raphidium minutum;* 3° des stades chlorelloïdes ou pleurococcoïdes. Les recherches de notre élève Grintzesco [2]) ont montré combien il est facile d'obtenir à partir de ce type le stade *Dactylococcus.* Ceci nous a amené à conclure à l'identité spécifique du *Dactylococcus infusionum* et du *Scenedesmus obliquus.* Cette opinion a été combattue par Klebs, puis par Senn. [3]) Ce dernier dit: « Nur wenn, was ja

[1]) Chodat et Manilesco, Bull. Herb. Boiss. 1 (1893).

[2]) Grintzesco, Recherches expérimentales, Bull. Herb. Boiss. 2me série, II (1902), 244, Tab. II.

[3]) Senn, Coloniebildende Algen, Bot. Zeit (1899) 37.

möglich, eine *Scenedesmus*art, deren Zellen einseitig zugespitzt sind, einzeln auftreten können, vielleicht *S. obtusus* Meyen, ebenfalls solche kettenförmige Verbindung zeigt, darf geschlossen werden, dass *Dactyloccocus* keine selbstständige Gattung . . . sei. »

Notre réponse est simple. Le genre *Dactylococcus* a été créé par Naegeli pour le *D. infusionum.* C'est de cette espèce qu'il s'agit. Ne parlons donc pas du genre *Dactylococcus* tel qu'il a été conçu plus tard par certains auteurs, mais seulement du *D. infusionum* Nægeli. Or toutes nos recherches ne laissent aucun doute à ce sujet. Le *S. acutus (obliquus)* est une algue qui se désarticule excessivement facilement et dont les cellules désarticulées sont fusiformes, ovales aiguës, comme celles décrites par Naegeli ou elliptiques biaiguës comme celles décrites par Artari (Soc. Nat., Moscou 1912). Nous avons, dans un autre travail[1]), discuté du polymorphisme de cette espèce et des critiques de Klebs et d'Oltmans; ajoutons cependant que les résultats si maigres obtenus par Senn, dans ses cultures, proviennent sans nul doute de ce qu'il n'a jamais réellement possédé cette espèce à l'état de culture absolument pure et que dans ces conditions il n'a pu expérimenter avec aisance. Sa méthode d'isoler un germe dans une goutte d'eau est excellente en elle-même, mais cet isolement effectué, il n'est pas de nature à permettre une extension des recherches. D'abord, le transport des germes favorise les infections, puis la présence des bactéries est gênante, elle entrave le développement des algues, etc. Cependant, malgré le défaut de sa méthode, Senn obtient sur agar des dispositions dactylococcoïdes (l. c. 37); il voit également l'isolement des cellules. *S. obliquus* est un vrai Protée, il faudrait un volume pour décrire, en fonction du milieu, toutes les formes obtenues.

Une des prétentions de Klebs[2]) était d'exiger de l'algologue que le pourquoi de chacune des formes fût indiqué. Examinons ce point intéressant. Dans les phénomènes d'involution et d'évolution d'une algue inférieure, peut-on obtenir, à partir d'une culture pure, issue d'un seul germe, une descendance uniforme comme apparence? Cela n'est même pas possible dans la cristallisation d'une substance; en se formant, les cristaux vont chacun prendre une apparence particulière; ce qui persiste chez tous et donne la caractéristique spécifique, ce sont les constantes physiques et cristallographiques, le rapport des angles et des faces aux axes de symétrie. Mais chaque cristal peut revêtir un caractère individuel par l'inégalité de crois-

[1]) Chodat, R. Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues, Genève, 1909.

[2]) G. Klebs, Phys. d. Fortpflanz. einig. Alg. u. Pilze, Jena (1897), 173.

sance. De même ici, lors de la division des cellules mères et en vertu de causes petites et nombreuses qui agissent, thermique, alternance du jour et de la nuit, épuisement local de la nourriture, ombre portée par les cellules voisines, courant de convexion dans le liquide, sécrétion des cellules, exhalaison inégale de l'acide carbonique, etc., etc., à côté d'autres causes, par exemple des causes mécaniques comme celles qui résultent de l'épaississement inégal des parois, le retard ou l'accélération dans la mise en liberté des produits de la division, en vertu de tout ce qui fait le milieu, interne et externe et détermine ce qu'on appelle la lutte pour l'existence, il se fera que, dans un milieu en apparence homogène, apparaîtront, si l'espèce est plastique, c'est-à-dire si son pouvoir de réagir est grand, des formes variées lesquelles font penser à une hétérogénéité du matériel de culture. Ceci n'est pas particulier aux algues. Les courbes de variation obtenues à partir d'un matériel sélectionné, chez les plantes supérieures, montrent bien cette variation individuelle. On sait que l'amplitude de variation est plus ou moins grande suivant les espèces ou chez chaque espèce selon le caractère considéré. Le *Scenedesmus obliquus*, espèce très variable, n'échappe pas à cette règle. Lorsque dans des expériences comme celles de Senn[1]) le nombre des formes obtenues est petit, ce peut être parce que le milieu n'était pas l'excitant voulu pour la variation ou qu'il y ait eu inhibition, pour une cause ou une autre. Dans cette espèce, toutes les fois que la multiplication se fait avec intensité, le nombre des formes observées devient considérable. On peut cependant, au milieu de ces variations multiples, trouver certaines règles. Un milieu donné favorise l'apparition de certaines formes qui l'emportent, comme nombre, sur les autres. Ainsi lorsque dans ces recherches nous parlons de concordance entre le milieu et la morphologie, il s'agira des formes qui sont comprises entre les quartiles, c'est-à-dire de celles qui sont les plus nombreuses, et non pas habituellement des outranciers de droite ou de gauche.

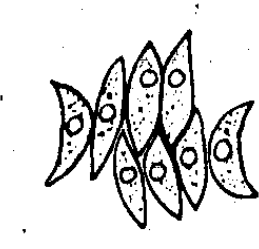


Fig. 2. *S. obliquus* (T.) K. Comme fig. 1 mais plus fortement grossi.

Le *S. obliquus*[2]) peut être cultivé sur des milieux solides, par exemple sur l'agar ou la gélatine. Je préfère ce mode de culture pour la conservation dans la collection, aux cultures dans l'eau; ces dernières en saturant l'atmosphère d'humidité rendent les bouchons de coton plus perméables, ce qui facilite l'infection par les champignons et plus particulièrement par des espèces du genre *Penicillium*.

[1]) Senn, Coloniebildende Algen, Bot. Zeit. 57 (1899), 39.
[2]) N° 7 de la collection.

L'apparence des colonies sur agar diffère selon que ce dernier est additionné ou non de matières nutritives. Sur l'agar préparé au moyen du liquide nutritif Detmer à $^1/_{10}$ ou $^1/_3$, cette algue produit autour du point d'inoculation des taches circulaires qui en deux mois n'atteignent guère plus de deux millimètres de diamètre; elles s'élèvent à peine au-dessus du substratum et conservent leur couleur verte intense. Sur l'agar-glycose (pl. I, fig. 1) la croissance est beaucoup plus forte, la colonie qui atteint dans le même temps deux à quatre fois cette dimension s'élève sous forme de coussinet assez brillant et d'un vert gai plutôt foncé un peu gris au centre. Cultivé sur agar additionné de tartrate de potassium à 0,25 %, sa croissance n'est pas accélérée; cette source de carbone n'est donc pas avantageuse. Si on remplace le glycose par le lactose, la colonie est certainement plus grosse que sur agar simple, mais elle reste médiocre, ce sucre ne convient guère. D'autre part, la couleur vert foncé sur ce milieu est la même que lorsqu'on ne lui a pas donné de sucre. A ce point de vue les différentes races que nous avons étudiées se comportent de même. L'extrait de levure, à la même concentration, n'a aucun effet accélérateur; la colonie reste petite mais elle prend une couleur olivâtre. La gélatine est bien liquéfiée par cette espèce. Il y a cependant des différences entre les races; nous avions un numéro 7 *d* qui liquéfiait très bien, tandis que le numéro 7 liquéfiait mal ou lentement. Il y aura donc à compléter sur ce point

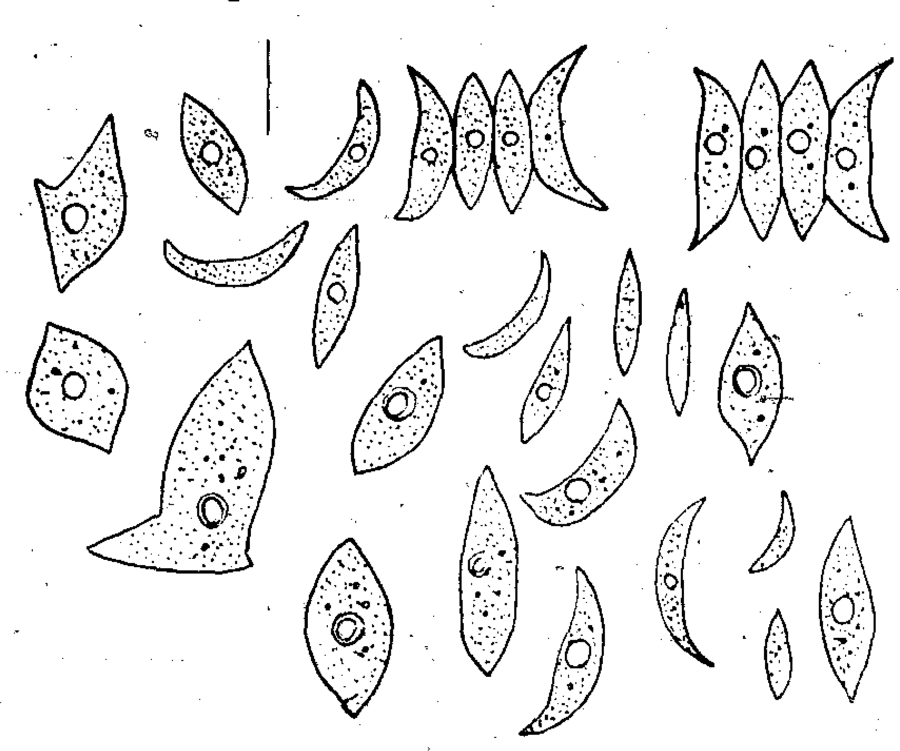


Fig. 3. *S. obliquus* (T.) K. Jeune culture dans le liq. Detmer $^1/_3$ additionné de Fe_2Cl_6 0,02 % et de NaCl 0,2 %. Il y a beaucoup de cellules isolées. (Librement dessiné. Grossissement 3 fois plus fort que fig. 1.)

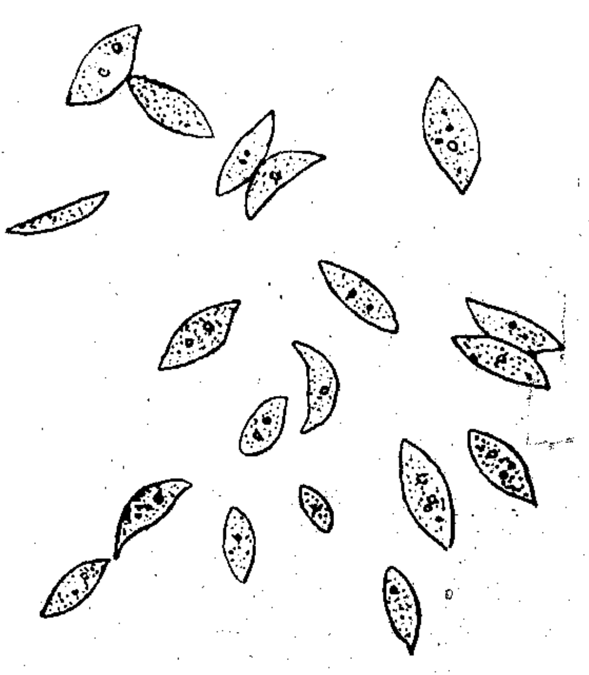


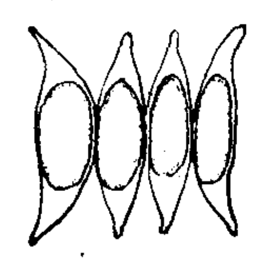
Fig. 4. *S. obliquus* (T.) K. Comme fig. 1, mais culture plus ancienne; presque toutes les cellules sont isolées. Imm. eau, oc. dess. 780.

la distinction des races à trouver. Mais si on vient à cultiver le *S. obliquus* (n. 7) sur l'agar-glycose 2 % additionné de peptone (Witte) le développement est excessivement accéléré; au bout de trois à quatre mois la colonie atteint 2,5 à 5 cm. de diamètre; elle s'élève en coussinet très bombé. La couleur est d'un vert foncé intense et la superficie de la colonie est parfaitement lisse sans aucune verrucosité ni variation de teinte. On peut donc dire que le *S. obliquus* réussit parfaitement bien sur un milieu composé, sucre et peptone. Nous savons d'ailleurs par d'autres expériences que la peptone à elle seule est une mauvaise nourriture pour les algues.

En milieu liquide, par exemple dans la solution Detmer au 1/10 ou 1/3, le développement est excessivement lent. Nous avons déjà indiqué plus haut l'action accélératrice du chlorure ferrique. Le chlorure de sodium semble aussi avoir une petite action accélératrice. Pour étudier ces conditions de culture nous avons préparé dans des éprouvettes, toutes suspendues devant une fenêtre, les solutions suivantes:

Aa . . . . . 1/3 Detmer	+ (Fe^2 Cl^6	0,005 %)	
Ab	+ Na Cl	0,1	%
Ac	+ »	0,2	%
Ad	+ »	0,5	%
Ae	+ »	1,0	%

On répétait ces solutions a, b, c, d, e, relatives au Na Cl en augmentant la dose de fer, par exemple B 0,01 %, C 0,02 %. J'ai constaté un développement dans tous les flacons exposés à une fenêtre qui regarde vers le Nord. Mais la dose de Na Cl à 1 % entrave beaucoup le développement. Dans la série A, le maximum est en Ac, dans la série B en Bb, dans la série C en Cb. Comme on le voit, la dose avantageuse du chlorure de sodium oscille entre 0,2 à 0,1. Lorsque la dose de chlorure ferrique augmente, le chlorure de sodium devient plus nocif. D'autre part, il y a une grande différence entre les essais A B et C. B C l'emporte de beaucoup sur A. La dose utile du chlorure ferrique va donc jusqu'à 0,02 %.



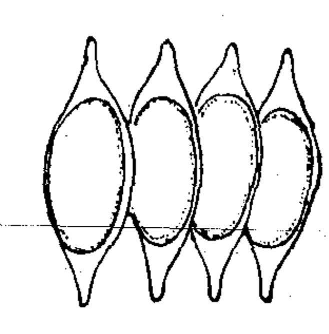


Fig. 5. *S. obliquus* (T.) K. Même solution que fig. 1, mais additionnée de chlorure de sodium à 0,5 %. Il y a majorité de cénobes; le contenu de chaque cellule est arrondi; les extrémités des cellules sont peu aiguës. Grossiss. 3 fois plus fort que fig. 1.

On peut dire d'une manière générale que les cénobes sont plus nombreux (fig. 1 et 2) dans les cultures liquides, les cellules s'y désarticulent proportionnellement moins vite, ou ce qui est plus exactement exprimé, les produits de la division restent mieux attachés à leur sortie

de la cellule mère (autosporange); la forme des cellules varie aussi beaucoup. Senn avait observé que dans des solutions à 0,5 jusqu'à 0,1 % de Knop les cellules se renflent en portant un bouton caractéristique. Dans ces expériences, il était probable que la dilatation des cellules était due, comme dans nos anciennes recherches sur le *Pediastrum Boryanum* [1]), à une division arrêtée par l'augmentation de la concentration. C'est aussi la conclusion à laquelle arrivait Senn. On aurait cependant pu faire l'objection que la solution de Knop étant une solution nutritive le renflement des cellules serait dû à une nutrition accélérée. Dans les expériences où nous remplaçons l'augmentation de la concentration de la solution par une augmentation d'une substance peu assimilable, neutre, comme le chlorure de sodium, on peut mieux voir l'effet d'une solution hypertonique. Voici les résultats: Dans $Fe^2 Cl^6$ sans addition de Na Cl il y a beaucoup de cellules isolées, peu de cénobes, un polymorphisme assez étendu avec cellules fusiformes, minces, ventrues, elliptiques, brièvement aiguës, bizarres polyédriques; les cénobes ont souvent la disposition des cellules qu'on donne comme caractéristique pour le *S. dimorphus* (Turpin) Kütz. Dans la solution Fe 0,05 Na Cl 0,2, il y a déjà plus de cénobes du type *acutus* ou du type *dimorphus*, quelques cénobes à cellules ventrues en train de se renouveler, de se rajeunir, c'est-à-dire de produire une nouvelle membrane, l'ancienne étant en partie exuviée,

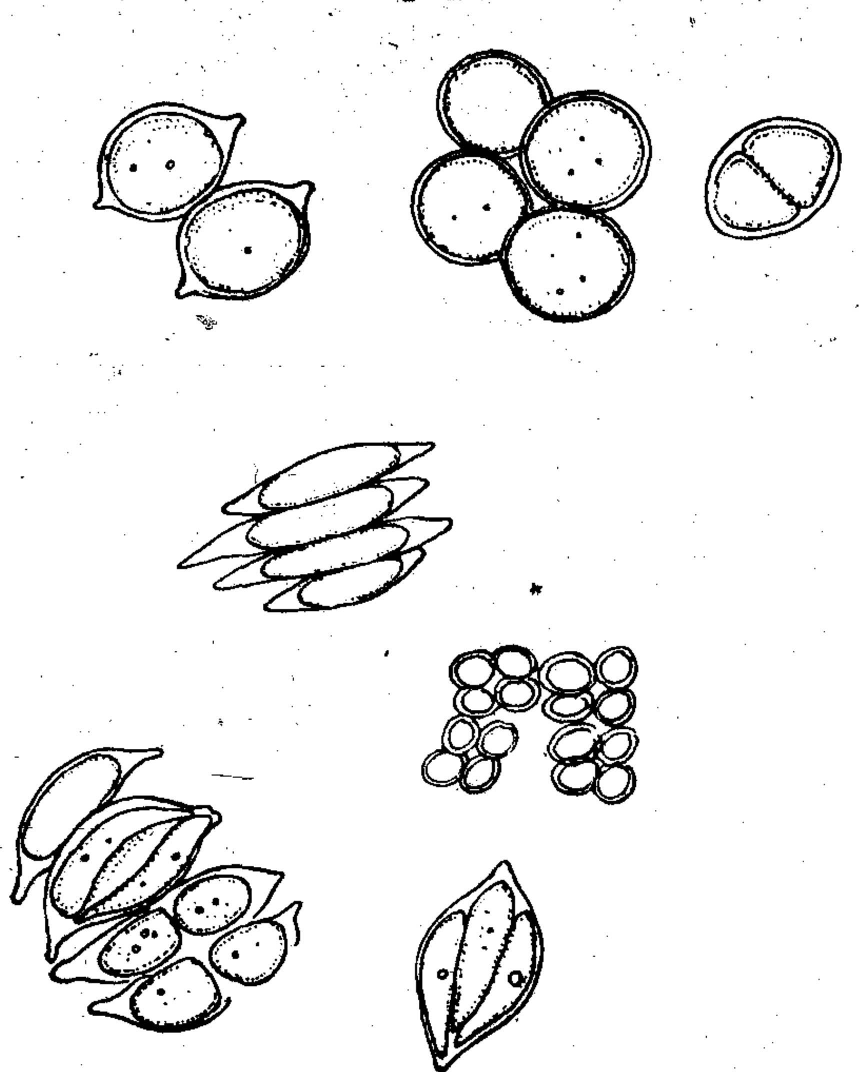


Fig. 6. *S. obliquus* (T.) K. Culture dans solution Detmer 1/3, $Fe_2 Cl_6$ 0,05 %, Na Cl 0,5 %. Vieille culture (6 mois). Il y a beaucoup de cénobes à plasma arrondi, à cellules turbinées, courtes (1, 2, 3). — On voit aussi des cellules à autospores allongées (7) ou à deux spores (6). La cinquième figure représente la vue d'un cénobe en section optique transversale.

[1]) Chodat et Huber, recherches expérimentales sur le *Pediastrum Boryanum*, Bull. Soc. Bot. Suisse, (1895) Tab. I, 1 à 17. — Id. Algues vertes, l. c. (1902) 229.

quelques cénobes compliqués, c'est-à-dire quatre cénobes nés au dépens d'un cénobe quadricellulaire et encore adhérents par les résidus des membranes mères, beaucoup de cellules isolées fusiformes ventrues (fig. 3); la couleur reste longtemps verte, il n'y a presque pas d'huile dans les cellules (fig. 5 et 6). Dans les solutions Fe 0,05 Na Cl 0,5, Fe 0,05 Na Cl 1 %, avec l'augmentation de la concentration, les protoplastes se concentrent dans les cénobes, lesquels prédominent sur les cellules isolées; l'huile est abondante et la carotine apparait. Beaucoup de cénobes (fig. 5, 6, 7) rappellent le *S. antennatus* Bréb. Lorsque la concentration atteint 1 % de Na Cl, il y a peu de cénobes mais beaucoup de cellules plus ou moins arrondies remplies d'huile dans laquelle est dissoute la carotine qui donne aux cultures l'apparence rouge orangé caractéristique. Ces résultats expliquent, ainsi que l'a déjà dit Senn, les résultats de Beijerinck, critiqués par Artari. Je ne veux pas ici redire tout ce que j'ai déjà publié à propos de cette intéressante espèce. Les figures extraites de mon Etude sur le polymorphisme, l. c. (1909), tab. VIII, montrent l'extrême plasticité de cette espèce et aussi le danger qu'il y a pour les algologues qui n'étudient pas le développement de publier comme variétés toutes les formes rencontrées. Il y a là des cellules isolées qu'on prendrait pour un *Raphidium* (n'était la présence du pyrénoïde, lequel n'est d'ailleurs pas toujours absent dans ce genre: *Raphidium pyrenogerum* Chod.), d'autres ressemblent à des *Pleurococcus*, au sens des anciens auteurs *(P. miniatus)*, d'autres ont des cellules arrondies comme un *Chlorella* à quatre ou à huit spores, d'autres simulent des *Oocystis* à cellules mères ellipsoïdes, plusieurs rappellent des *Polyedrium*. On m'a prêté [1]) une opinion

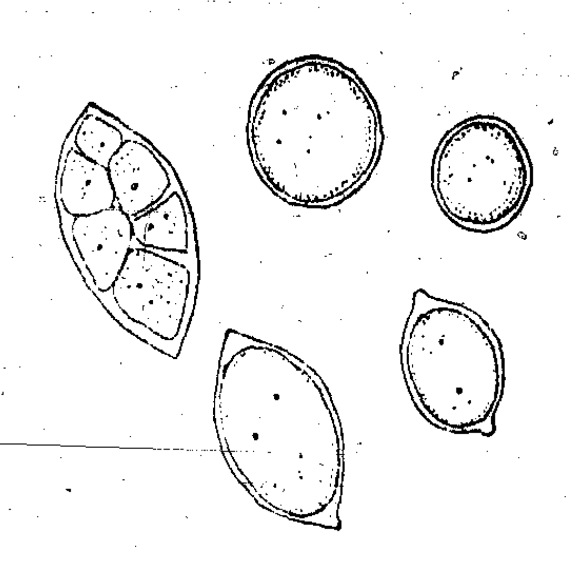


Fig. 7. *S. obliquus* (T.) K. Comme fig. 6. Mais Fe_2Cl_6 0,01 % et NaCl 1 %. Il n'y a plus de cénobes. Les cellules sont largement fusiformes ou courtes. 1000 ×.

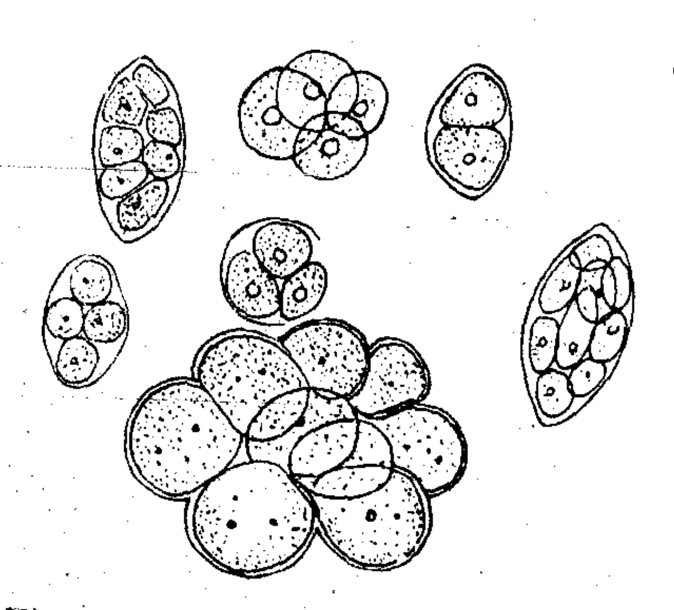


Fig. 8. *S. obliquus* (T.) K. Culture sur gélatine-glycose 2 %. Il y a beaucoup de cellules chlorelloïdes (v. au centre), des fuseaux, avec spores et beaucoup de cénobes célastroïdes. 1200 ×.

[1]) Klebs, Fortpflanz. l. c. 175.

absurde qui serait que, dans les algues inférieures, les espèces se transformeraient les unes dans les autres au hasard des circonstances. Quand même il conviendrait de laisser sans réponse de pareilles assertions qui ne s'expliquent que par une connaissance incomplète du français, je ne consens à expliquer ma manière de voir que parce qu'il y a un intérêt scientifique à le faire et non pas pour continuer une polémique qui est actuellement sans objet. En effet, si des espèces bien stables et distinctes prennent, selon les circonstances, la même apparence, il y a là un phénomène de con-

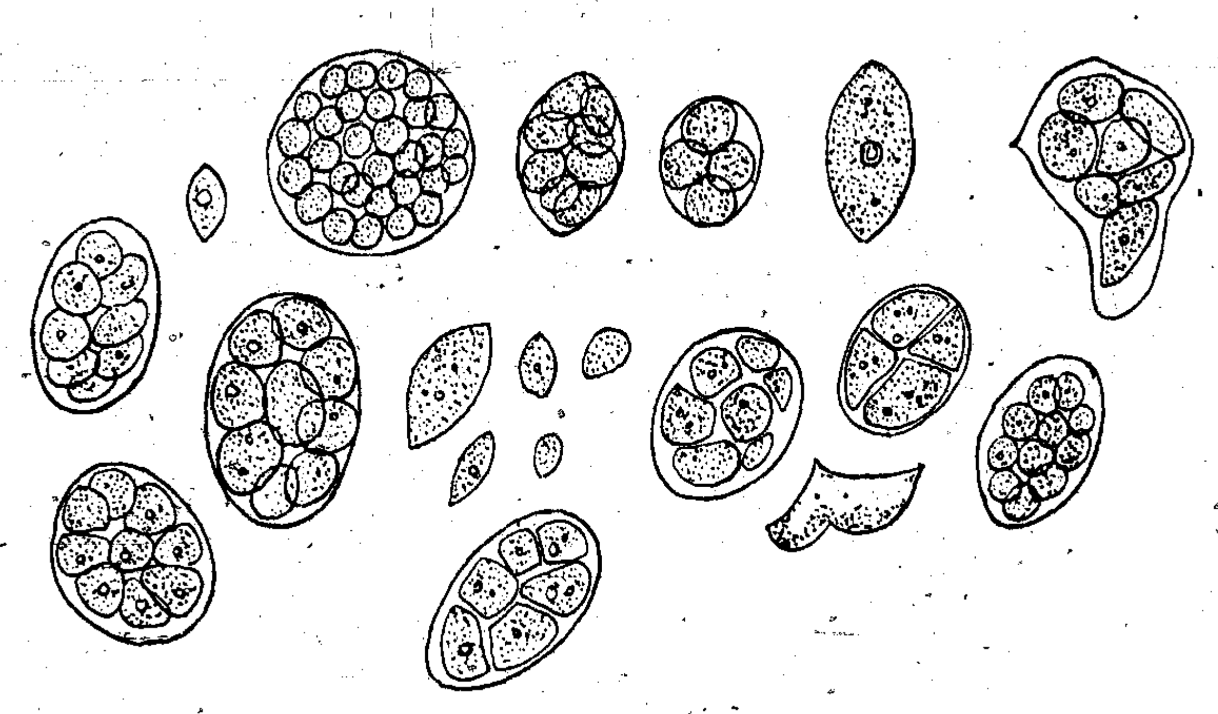


Fig. 9. *S. obliquus* (T.) K. Culture sur agar-glycose-peptone. La majorité des cellules sont chlorelloïdes; il y a quelques cellules fusiformes. On voit tous les passages entre des autospores et des spores nombreuses arrondies. 1600 ×.

vergence qui est plus qu'un simple accident. Ramener ainsi des formes bizarres comme un *Raphidium*, un *Scenedesmus*, un *Pediastrum*, par des procédés de culture à des stades identiques, chlorelloïdes, c'est montrer qu'ils ont tous des traits communs, c'est dire qu'ils font partie d'un même groupe systématique [1]).

Avant que j'eusse établi la théorie des Protococcoïdées, je crois ne pas me tromper en disant que les affinités des genres comme *Raphidium, Scenedesmus, Oocystis, Polyedrium, Chlorella* étaient plus qu'obscures.

Ainsi, montrer que l'on peut par une intervention, en culture pure, modifier si profondément le *S. obliquus* jusqu'à l'amener à se com-

[1]) Chodat, On the polymorphism of the green algae and the principles of their evolution, Annals of botany 11 (1897), 98. — Id. Algues vertes, l. c. (1902) 157. — Chodat et Huber, Remarques sur le système des algues vertes inférieures, Archives des Sciences physiques et naturelles, 31 (1894) 395. — Chodat, Matériaux pour servir à l'Histoire des Protococcoïdées Bull. Herb. Boiss. 2 (1894) 585.

porter comme un *Chlorella*, n'est-ce pas prouver le lien qui unit toutes les plantes unicellulaires qui se comportent de même? Au contraire, des végétaux comme les vrais *Pleurococcus*, les *Sticchococcus*, au sens que je leur ai donné, se multiplient par un cloisonnement puis par une désarticulation qui fait défaut aux Protococ-

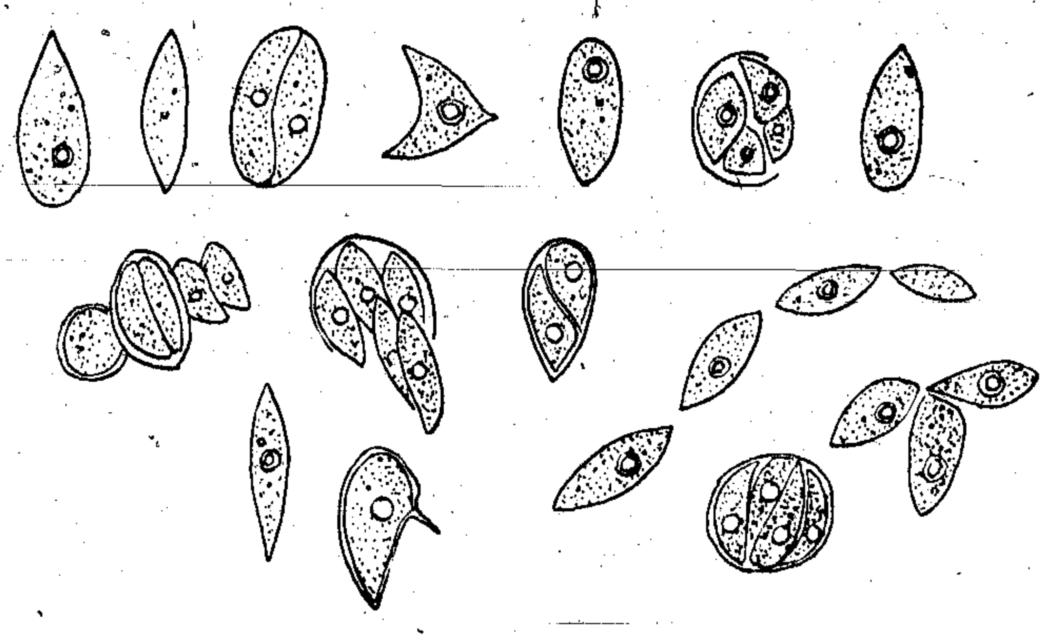


Fig. 10. *S. obliquus* (T.) K. Culture sur agar-tartrate de potassium. Il y a prédominance de cellules dactylococcus (en chaînette ou isolées); quelques cellules arrondies. 1000 ×.

coïdées (que j'appelle aujourd'hui Cystosporées); on démontre ainsi la différence profonde qui sépare les Pleurococcoïdes des Protococcoïdes. Ce sont là des notions que j'ai exposées dans toute une série de travaux et qui ont été admises par les algologues compétents, parfois sans en accepter les termes; nous aurons des occasions répétées de développer nos idées à ce sujet.

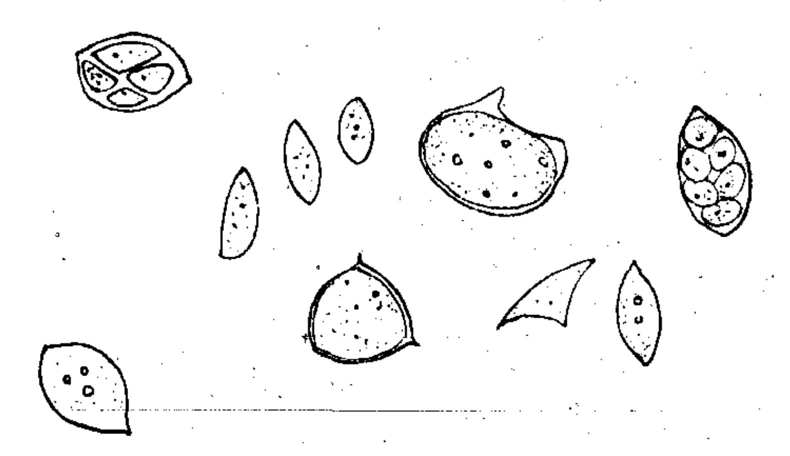


Fig. 11. *S. obliquus* (T.) K. Jeune culture sur agar-peptone. Grande variabilité des formes, dactylococcoïdes, tétraèdres, etc. 800 ×.

En temps ordinaires, une cellule de *Scenedesmus*, dont la membrane est, ainsi que je l'ai déjà démontré, formée à l'intérieur d'une couche cellulosique, à l'extérieur d'une couche pectosique, se divise dans son contenu par une segmentation transversale. Il se peut que la segmentation du plasma s'arrête là; alors les deux cellules filles s'accroissant dans la cellule mère, le plan de segmentation devient oblique, et les deux autospores se moulant l'une sur l'autre, épousent, en s'allongeant, la forme de la cellule mère. Ces deux cellules sont mises en liberté par le gonflement d'une gelée qui fait rompre

la membrane de la cellule mère et laisse sortir par une fente les deux cellules filles qui s'isolent, ou si leur développement s'est prolongé dans la cellule mère et que leur membrane se soit durcie, elles restent adhérentes sur une partie de leur longueur. Mais tout aussi souvent le cloisonnement du contenu se répète selon un schéma déjà indiqué, puis les cellules filles s'allongent en autospores, prenant, à l'intérieur de la cellule mère, la forme de cette dernière pour autant qu'elles ne se gênent pas mutuellement. Ainsi naissent les cénobes quadri-cellulaires à cellules en séries linéaires, lorsque les cellules filles sont allongées dans une cellule mère dilatée, à cellules en série alternante, lorsque pour une cause ou une autre le plan de segmentation primitif, au lieu de devenir longitudinal, est resté faiblement oblique. Alors le nouveau cloisonnement se faisant perpendiculairement à cette paroi oblique, les quatre cellules filles dans la cellule mère sont disposées comme suit: deux latérales, deux apicales.[1] La consistance de la membrane de la cellule mère, la rapidité du développement de chaque autospore, leur inhibition réciproque par pression mutuelle donne lieu à des formes variées qui ont reçu les noms de *S. bijugatus*, *trijugatus*, *quadralternus*, *octalternus*, *obliquus*, *acutus*, *dimorphus*, *inordinatus*, *fusiformis*, *biseriatus* et bien d'autres formes qui eussent tout autant mérité un nom.

La botanique est devenue pour beaucoup une science de noms, une espèce de scolastique qui ne respecte que les formes qui ont reçu un nom selon les règles qu'on appelle «Lois de la nomenclature». Cette espèce d'érudition, non certes ~~inutile, est devenue~~ pour plusieurs un oreiller de paresse qui les dispense d'observer et d'expérimenter. Toute la science des algues, et plus particulièrement la planctologie algologique et autre, est encombrée de ces listes d'organismes déterminés au petit bonheur et dont la vérification par le spécialiste est impossible puisque ces listes ne sont pas accompagnées des pièces justificatives, préparations ou dessins à l'appui, comme le sont les ouvrages à planches ou les herbiers pour les travaux de systématique phanérogamique. Cet abus est d'autant plus sensible que dans un domaine où les espèces étant quasi-ubiquistes, les listes d'espèces, quand elles ne sont pas faites en tenant compte des données chimiques, physiques, météorologiques ou géographiques du bassin étudié, ne servent à rien sinon à prouver, chaque fois de plus, l'immense pouvoir d'extension de ces microorganismes. Il n'est donc pas inutile de montrer que beaucoup des noms dont les systématiciens aiment à

[1]) Voir la confirmation de mes observations dans: G. M. Smith, *Tetradesmus* a new four-celled coenobic Alga. Bull. Torr. Bot. Club, 40 (1913). 75. tab. I, fig. 1—18. Voir aussi Algues vertes, pg. 162, 163.

parer leurs ouvrages, tenus comme des livres de comptes, sont souvent des termes qui ne désignent que des états fugaces ou qui désignent seulement une partie de ceux qui peuvent être observés.

Jetons un coup d'œil sur les figures données dans cet ouvrage et qui représentent quelques-unes des formes observées à propos du *S. obliquus* en culture pure. On voit que l'addition du tartrate (fig. 10) n'a pas



Fig. 12. *Scenedesmus costulatus* Chod. Culture dans liquide inorganique (Detmer 1/3, Fe_2Cl_6 0,02) âgée d'un mois. Il y a beaucoup de cénobes sorastroïdes; on voit quelques cellules à parois parsemées de perles d'épaississement de la membrane. Parfois cénobes compliqués à cellules plus ou moins arrondies. 680 ×.

sensiblement déformé les cellules fusiformes. Cependant, quelques-unes ont la forme décrite par Senn (l. c., p. 3), quand il parle du *Dactylococcus infusionum*. Sur gélatine (fig. 8) les cellules, au bout de deux mois de culture, se sont arrondies; quelques-unes sont comme des *Oocystis* et remplies de petites autospores polyédriques ou globuleuses; d'autres se sont groupées en amas célastroïdes qui rappellent la disposition des cellules du *S. coelastroides*.

Sur un milieu agar-glycose-peptone (fig. 9), au début, les cellules se renflent et deviennent bizarres, plus tard beaucoup de cellules en

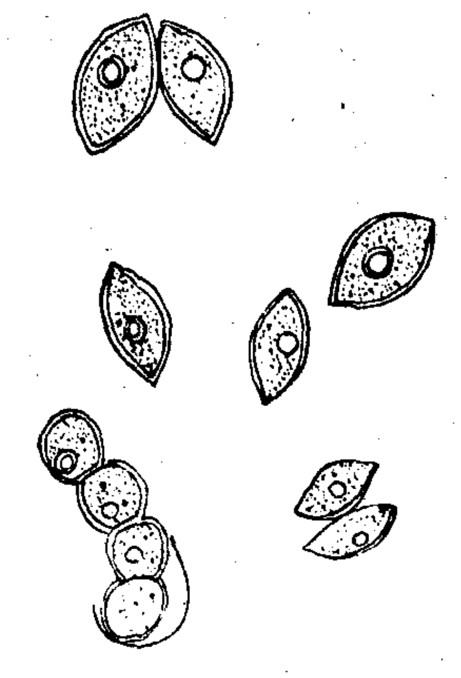


Fig. 13. *S. costulatus* Chod. Comme fig. 12, mais culture plus âgée. 800×.

grossissant s'arrondissent et, dans l'intérieur, donnent naissance à des spores nombreuses, 8, 16, même 32 spores qui, parfois, restent arrondies, plus souvent commencent de bonne heure à se développer en des cellules plus ou moins ovoïdes, brièvement fusiformes ou irrégulières. Mais il est tout aussi intéressant d'examiner les formes que prennent les *Scenedesmus obliquus* cultivés dans des milieux liquides avec fer, avec ou sans chlorure de sodium. Dans la solution sans chlorure de sodium 0,02% Fe_2Cl_6, elles se multiplient abondamment en y formant des cénobes du type *dimorphus* (Turp.) Kützing en une ou deux séries, de quatre ou de huit; elle correspondent alors au *S. pectinatus* Meyen (Nova Acta, 14, 2, p. 775, fig. 34, 35), (*Arthrodesmus pectinatus* Eherb. Infus. (1838), 151, tab. X, fig. 17; *S. obliquus* De Wildm., Notar. (1893), fig. 1 à 26, 28 à 32; *S. obliquus* Ralfs, l. c., tab. XXXI, fig. 15a et c; *S. obliquus* forma *parvus* Bernard, l. c. (1908), fig. 407, 416, 414, 415.) (fig. 1—7).

Comme on l'a déjà dit[1]), une concentration élevée (Senn) favorise la production des formes turbinées. Il devient dès lors douteux si des formes comme le *S. denticulatus* De Wildm. ou Lagh.? (Bull. Soc. bot. Belg., XXVIII, tab. I, fig. 27 à 37) ne doivent pas plutôt être ramenées vers le *S. obliquus* forma *biumbonatus* nob. (fig. 7).

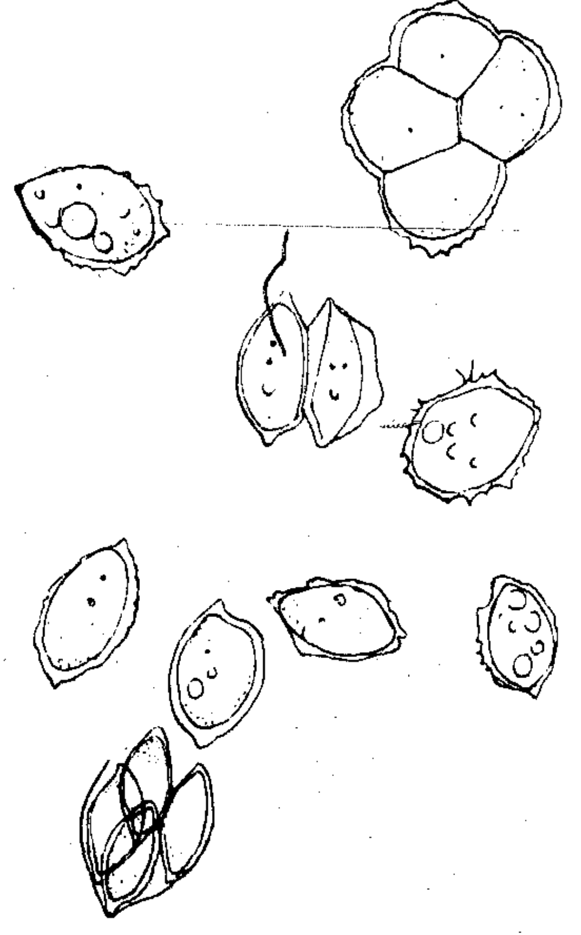


Fig. 14. *S. costulatus* Chod. Comme fig. 12 et 13, mais culture encore plus âgée. On voit la forme plus ou moins polyédrique de la cellule et la membrane un peu sculptée. 1000×.

Scenedesmus costulatus Chod.

Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des algues, Genève (1909), 102, tab. XIII, fig. A 1 à 14.

Cellulis singulis ellipsoideo-fusiformibus, ventricosis, breviter acutis, in cœnobium sæpe obliquum lineare quadricellulare, uniseriatum vel oblique biseriatum vel irregulariter alternantibus more *S. costati* Schmidle, tabulare dispositis. Cellulae cc. 20—12 μ, majores quam in *S. obliquo* (Turpin) Kützing.

[1]) Senn, Coloniebildende Algen, l. c. Bot. Zeit. (1899), 37.

Cette espèce est excessivement distincte par le mode de croissance, l'apparence et la couleur de ses colonies.

Sur l'agar[1]) sans sucre elle produit de petits disques irréguliers et non pas circulaires. Au bout de quatre mois, ces colonies se sont très peu étendues; elles restent vert foncé un peu brillant et ne s'élèvent guère au-dessus du substratum; sur agar-glycose (pl. I, fig. 3 et 5), les colonies s'étendent rapidement, leur croissance sur ce milieu est plus forte que celle du *S. obliquus*. Le contour de ces colonies est toujours plus ou moins festonné et, du centre un peu pyramidal, partent des rides rayonnantes interrompues par une zonation circulaire surtout marquée vers le bord. Tout d'abord, la teinte vert herbe se conserve au bord, puis le centre commence à pâlir. Deux mois après la teinte a passé au jaune cadmium pâle mêlé de gris; le bord reste longtemps jaune avec un liseré vert, gris vert vers l'intérieur; tout le cône central déprimé est d'un blanc sale. Sous cette couverture on voit la colonie qui reste verte. La surface n'est pas brillante, mais d'un ton mat et cireux. Cette apparence de culture est si spéciale qu'on ne saurait la confondre avec aucune autre.

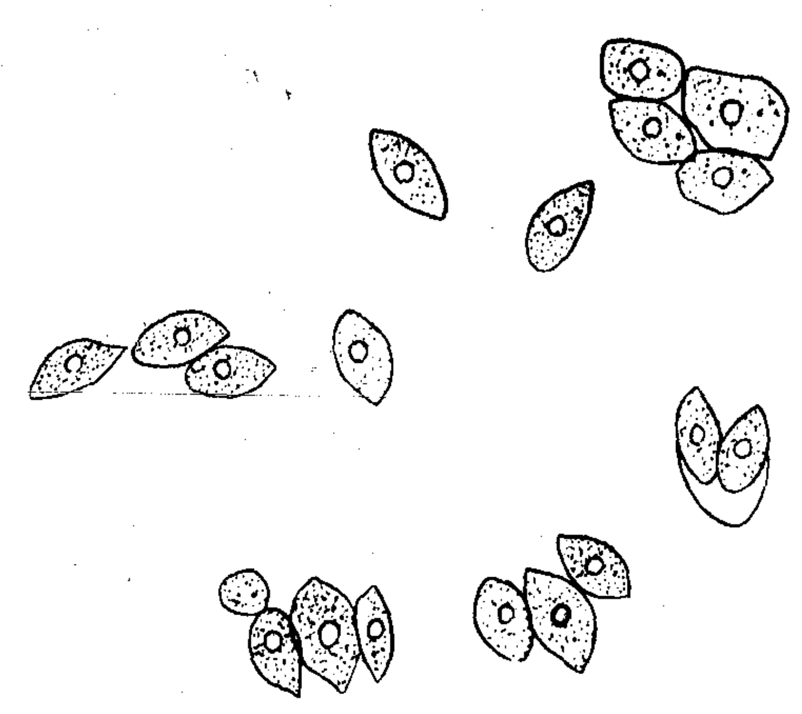


Fig. 15. *S. costulatus* Chod. Culture sur agar-glycose; jeune culture. Imm. 800 ×.

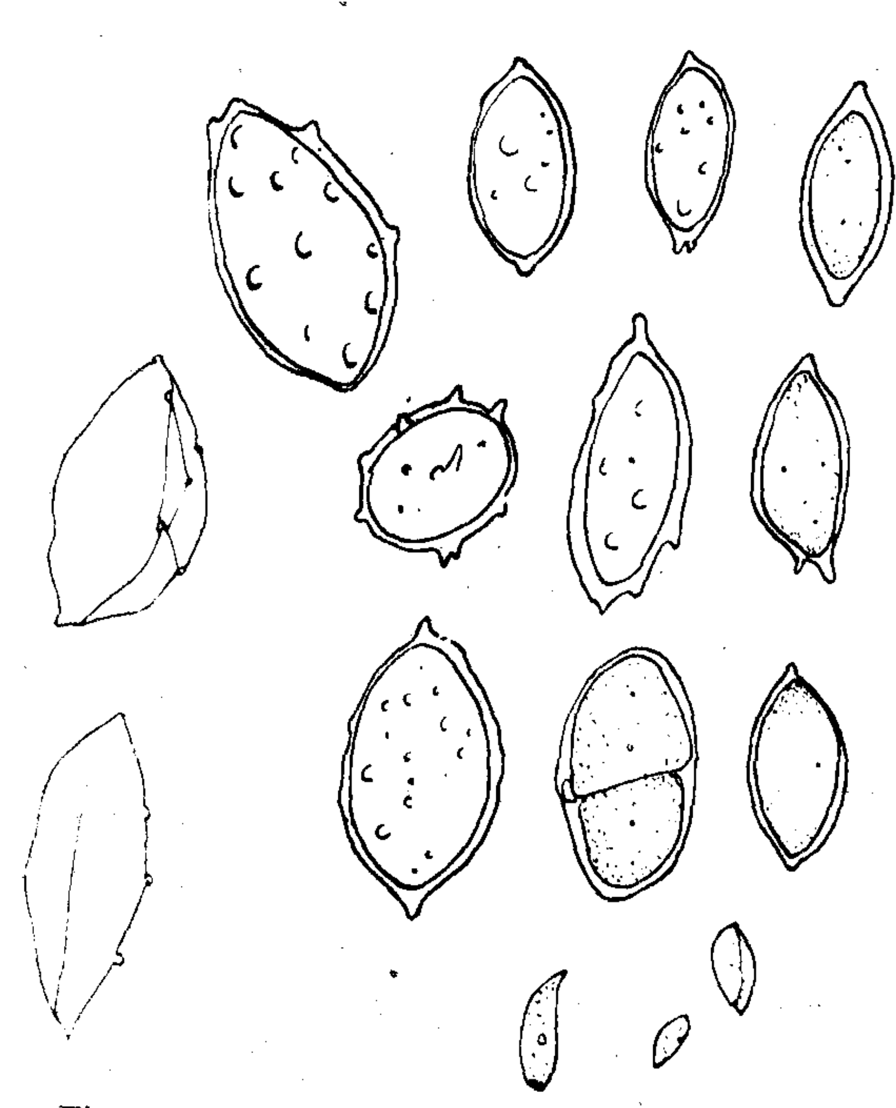


Fig. 16. *S. costulatus* Chod. Culture agar-glycose, plus âgée; les cellules sont en majorité isolées et la membrane munie de perles d'épaississement. A gauche, membranes des cellules vidées. En bas, quelques cellules-spores. 2000 ×.

[1]) N° 5 de la collection.

Sur l'agar additionné de 0,25 % de tartrate de potassium, le développement est minime; il ne semble pas que les acides organiques jouent un rôle important dans la nutrition de ces algues.

J'ai isolé cette espèce de la tourbière de Lossy; elle est en culture depuis 1903. Elle croît assez bien sur l'agar-lactose; ses colonies sont granulées; cependant, elle n'y atteint pas le développement qu'elle prend sur agar-glycose.

Sur gélatine sucrée, cette espèce produit une certaine liquéfaction; mais celle-ci n'aboutit pas facilement à la liquéfaction générale du milieu. Les zones liquéfiées sont immédiatement attenantes aux colonies; il reste toujours des portions de gélatine non liquéfiée. Ces cellules s'isolent, deviennent largement renflées ou arrondies, mais on ne constate pas la variété des formes décrites pour le *S. obliquus*.

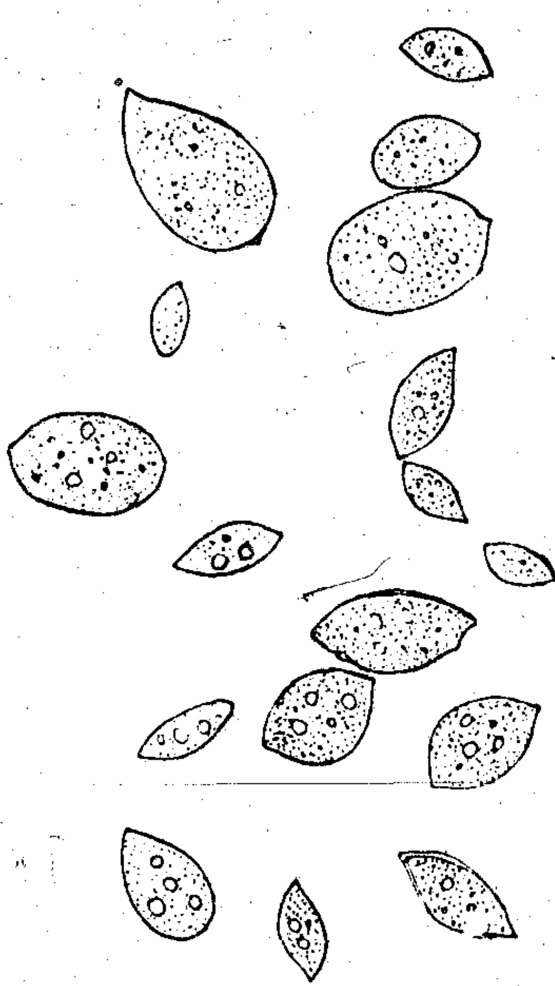


Fig. 17. *S. costulatus* Chod. Culture sur gélatine sucrée; la majeure partie des cellules sont isolées, plus ou moins renflées. Imm. 800 ×.

Dans les cultures vieillies sur agar-glycose (fig. 15 – 16), les grosses cellules sont parfois un peu striées par quelques lignes saillantes qui, en certains points, font saillie sous forme de bouton irrégulièrement disposé; ces protubérances s'élèvent souvent en petites dents un peu obtuses, simples ou bidentées, ce qui rappelle un peu le *S. denticulatus* Lagh.

Sur agar-glycose-peptone (fig. 18), il y a des cellules de toutes sortes, beaucoup sont arrondies; leurs spores inégales arrondies ou piriformes; on y rencontre aussi beaucoup d'énormes cénobes célastroïdes irréguliers. Aussi, malgré la grande ressemblance de cette espèce avec le *S. obliquus* (Turp.) Kütz. quand les cellules sont ventrues, il y a de telles différences que la confusion n'est pas possible en culture pure. N'oublions pas non plus la différence de dimension; les cellules du *S. obliquus* sont en moyenne presque deux fois plus petites que celles du *S. costulatus* (fig. 21—22). L'apparence des cénobes sur agar-Detmer 1/3 sans sucre rappelle celle des cénobes du *S. costatus* Schmidle qui habite aussi les tourbières. Mais l'absence des côtes chez notre espèce, la section parfaitement circulaire de ses cellules la définit suffisamment.

Scenedesmus oblongus (nov. spec.).

J'ai isolé cette espèce[1]) de l'eau de la tourbière de Lossy. Elle appartient sans contredit à l'espèce collective *S. obliquus* «lato sensu». J'ai déjà émis l'idée que, dans la nature, il y a plusieurs espèces qui gravitent autour de ce type. Celle-ci a de très particulier la facilité avec laquelle elle désarticule ses cénobes. Dans les cultures sur agar, l'immense majorité des cellules sont libres; il en est de même dans les cultures sur agar sucré. Comme j'ai dans mes études pris ce dernier milieu comme milieu norme différentiel, je veux en quelques mots la définir vis-à-vis de ses deux congénères, le *S. obliquus* (Turp.) Kütz. et le *S. costulatus* Chod. Des trois (fig. 20—22) c'est elle qui a les plus grosses cellules, beaucoup plus grosses que celles du *S. obliquus,* plus grosses aussi que celles du *S. costulatus*. Comparées à cette dernière, les cellules sont plus oblongues, peu trapues et non réunies en cénobes plus ou moins célastroïdes. Elle paraît voisine du *S. acutus* Meyen étudié par mon élève Grintzesco, laquelle espèce est certainement différente du *S. obliquus* que j'ai choisi comme type. En effet, chez les deux, les cellules sont oblongues, fusiformes, peu aiguës et le stade du *Dactylococcus* prépondérant. Mais comme j'ai perdu cette espèce en culture, l'identification est incertaine. Le *S. oblongus* croît

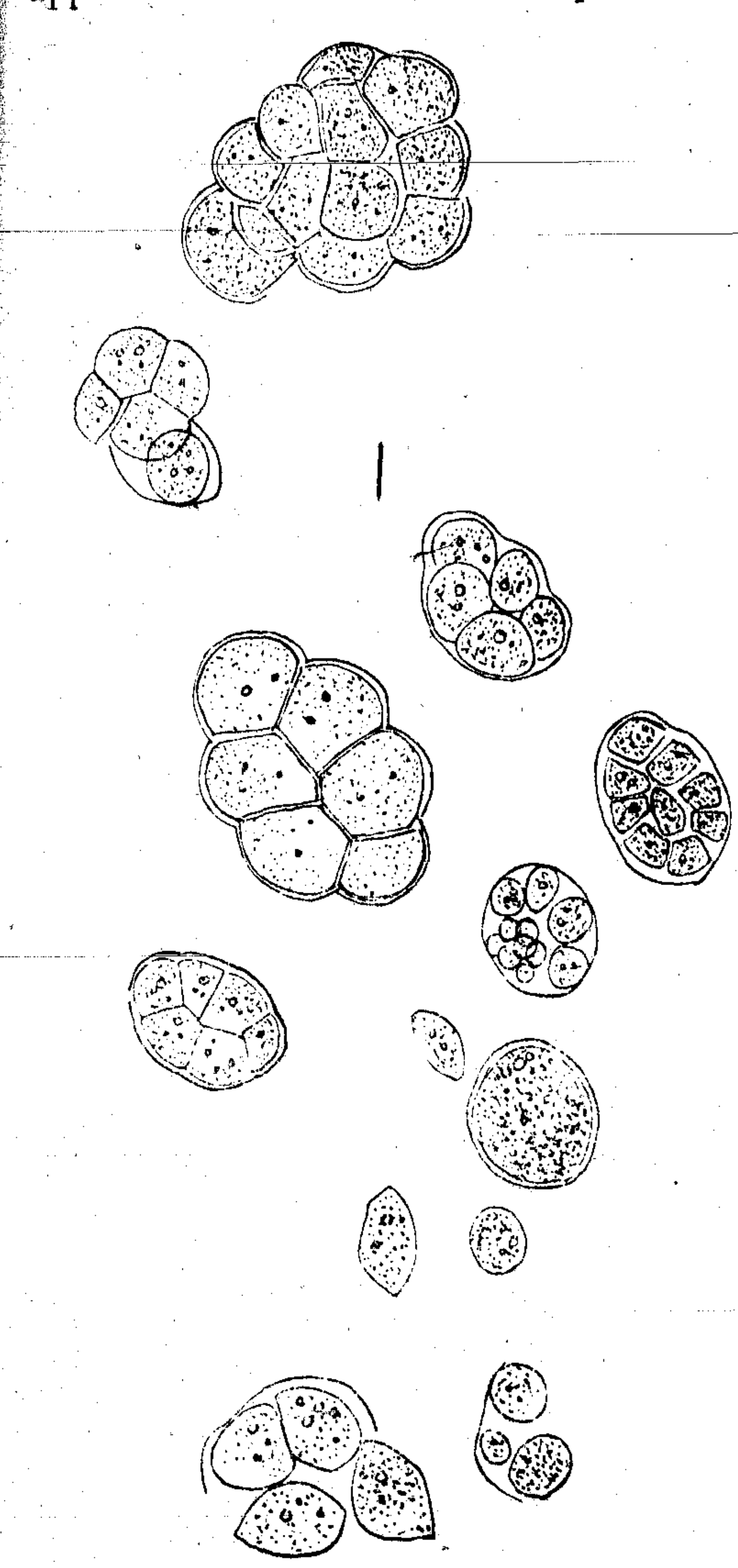


Fig. 18. *S. costulatus* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. Il y a beaucoup de cénobes célastroïdes, quelques sporanges. 800 ×.

[1]) N° 130 de la collection.

très vivement sur agar-glycose; au bout de quelques mois, il y forme des disques arrondis, zonés, un peu pelucheux, striés, ridés et rayonnés au bord, de couleur vert pomme avec marge pâlissante. On verra plus loin qu'il est excessivement facile de le reconnaître par ses caractères macroscopiques, soit du *S. obliquus* soit du *S. costulatus*, soit d'autres espèces isolées par moi de divers milieux.

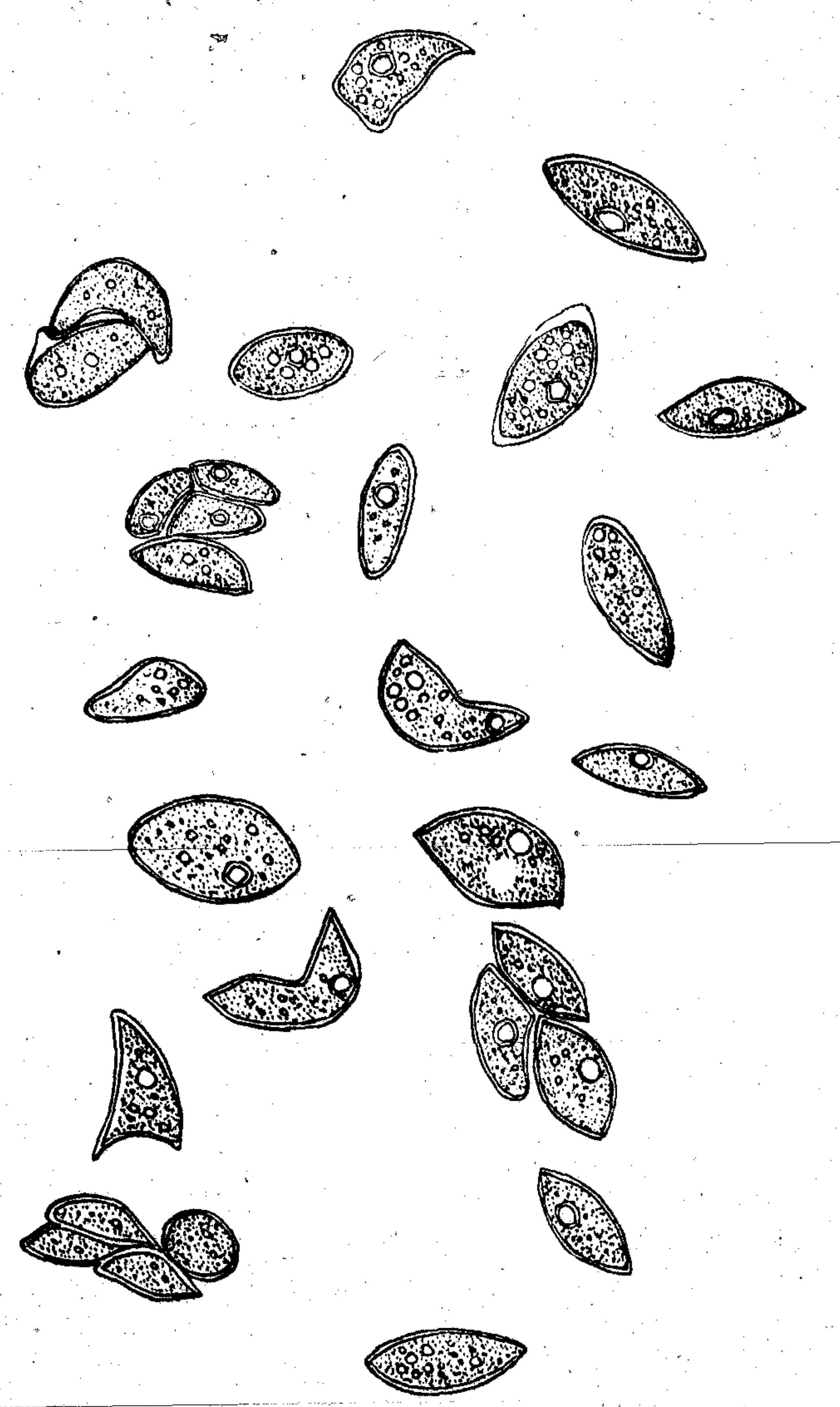


Fig. 19. *S. oblongus* Chod. Culture sur agar-glycose. Imm. 800 ×.

Comme on a beaucoup discuté sur la variabilité du *S. obliquus* (Turp.) Kütz. (*S. acutus* Meyen), il était indiqué d'expérimenter sur cette espèce et de montrer d'une manière indiscutable le polymor-

phisme excessif qu'elle manifeste sur les divers milieux. Ceci était d'autant plus nécessaire que récemment encore Oswald Richter [1]) qui semble n'être pas au courant de la bibliographie moderne et qui n'a pas tenu compte du Mémoire publié sous le nom de «Polymorphisme des algues», ouvrage couronné par la Société botanique allemande, semble croire que Klebs et Senn ont définitivement réfuté ce que nous avons publié à propos de cette question et semble confondre mes idées avec celles de Hansgirg. La vérité est que la question est plus complexe que ne le pense M. Richter et, mieux informé, il sera certainement de notre avis. Mais il devenait tout aussi



Fig. 20. *S. oblongus* Chod. Culture sur agar-glycose; cénobes habituels et cellules isolées, dactylococcoïdes de grandeur très variable; cellules géantes. 800 ×.

important de se poser la question si de ce type, opposé au type « *quadricauda* », il existe plusieurs espèces élémentaires, chacune possédant son amplitude de variations écologiques. Je me suis efforcé de résoudre cette intéressante question en triant de différentes stations le *S. obliquus* auctorum.

J'ai actuellement en culture pure six lignées, dont l'une non encore séparée définitivement de bactéries ne peut être actuellement décrite. Restent cinq formes qui toutes sous le microscope seraient classées sous le nom de *S. obliquus* Turp. (Kütz.); ce sont les n°s 7

[1]) Richter, Oswald, Die Reinkultur und die durch sie erzielten Fortschritte vornehmlich auf botanischen Gebieten. Progressus Rei botanicæ. Jena 1913.

(extraites d'un liquide de culture), 124 (extraites d'un marécage à Sciez, lac de Genève), 126 (extraites d'un triage de *Coelastrum*), 130 (de l'eau de tourbière de Lossy), 131 (d'une petite mare alpine, au col de Voza, Mont-Blanc). Il faudrait encore ajouter le *S. obtusiusculus* Chod. qui semble tenir le milieu entre le *S. obliquus* et le *S. obtusus* Meyen.

De toutes ces lignées, le nº 131 croît avec le plus de lenteur. Cultivé sur agar-glycose on obtient au bout de six mois des colonies bien différentes pour chaque espèce. Les expériences ont été faites pendant le même temps, sur les mêmes milieux et à la même exposition.

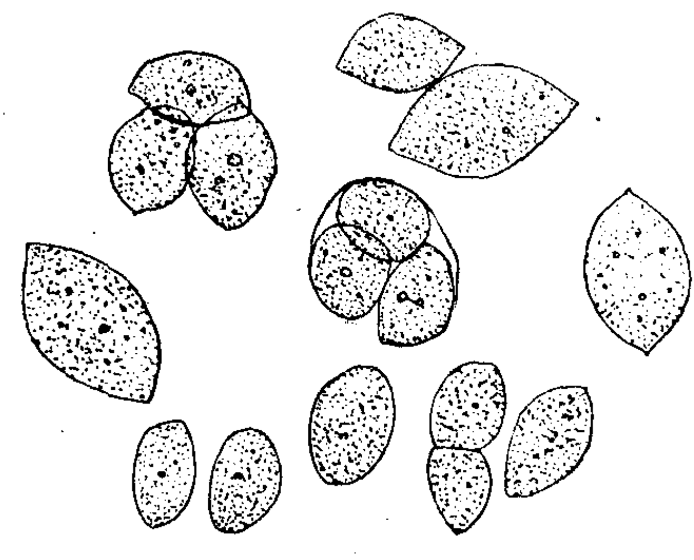


Fig. 21. *S. costulatus* Chod. Cultivé dans le même milieu, la même exposition et le même temps que le *S. oblongus* des fig. 19 et 20. 800 ×.



Fig. 22. *S. obliquus* (T.) Kützing. Cultivé dans les mêmes conditions et dans le même temps que le *S. oblongus* Chod. 800 ×.

Nº 7. Disque plus ou moins pyramidal, vert assez foncé et brillant. La teinte verte passe un peu à la couleur olive.

Nº 126. Disque charnu, mais déprimé, bordure verte, large centre gris olivâtre.

Nº 124. Disque décoloré en surface, couleur chair caractéristique, plus ou moins blanc rosé.

Nº 5. Disque décoloré en surface couleur chair bien franchement rosé.

Nº 130. Disque vert humide, non lisse mais pubescent zoné, régulier, ridé et strié vers la marge.

Nº 131. Petit disque vert foncé brillant.

Les cultures jeunes se laissent aussi bien définir (45 jours):

Nº 7. Disque brillant vert foncé.

Nº 126. Disque brillant vert foncé.

Nº 124. Disque deux fois plus grand que les précédents, vert pomme jaunâtre, surface cireuse.

N° 5. Disque plus petit que 124, plus jaune mais du même type, cependant plus festonné et irrégulier.

N° 130. Grand disque vert foncé brillant.

N° 131. Très petit disque vert foncé (2 millimètres).

On peut donc faire, à partir de ces cultures pures, quatre catégories bien définies, soit: 1° 7 et 126, 2° 5 et 124, 3° 130, 4° 131. Il resterait la question à élucider si 7 et 116 ne sont que des variations accidentelles (fluctuations) et doivent être rapprochées pour constituer une seule espèce; de même pour 5 et 124. Examinons chacune de ces lignées pures au point de vue de la morphologie cellulaire. La variabilité des cellules sur le milieu agar-glycose est la même pour les cellules du n° 7 et du n° 126. Mais les cellules de ce dernier sont plus grosses de ¹/₃. Il y a donc lieu de distinguer ces deux races comme *S. obliquus* (n° 7), puis *S. obliquus var. major* nob. (n° 126).

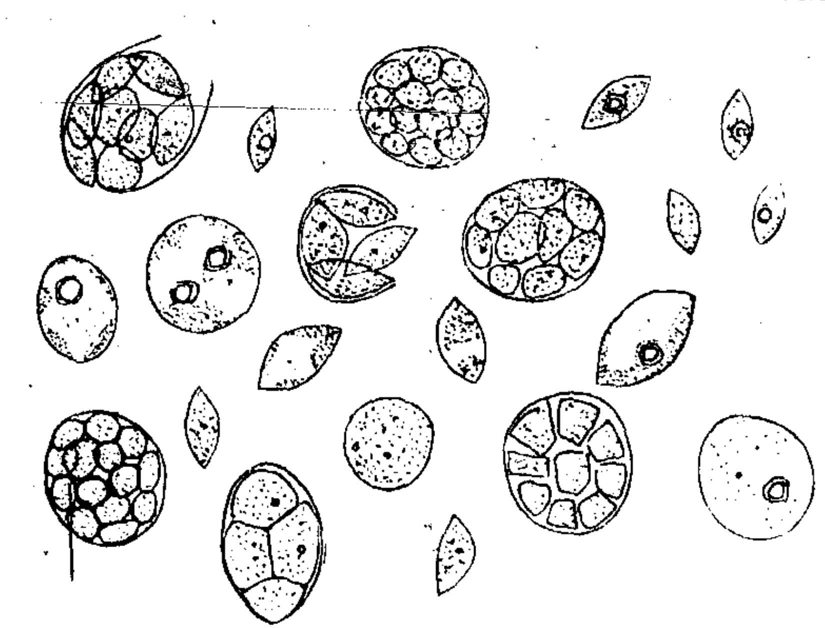


Fig. 23. *S. chlorelloides* Chod. Culture sur agar-glycose. Il y a beaucoup de cellules chlorelloïdes (comparer avec fig. 19. 20. 21. 22). Dimensions 1000 ⟍.

C'est encore une différence de grandeur qui sépare les n°s 5 et 124. Comme j'ai nommé le premier *S. costulatus* Chod., je pense être conforme aux procédés de la systématique en appelant le n° 124, dont les cellules sont en moyenne plus petites, *S. costulatus* Chod. *var. minor* Chod.

Quant au n° 130, il est tout à fait distinct, en particulier par la forme allongée de ses cellules et par ses dimensions; c'est le plus gros de nos *Scenedesmus* du type *obliquus*. Je l'ai appelé *S. oblongus* Chod. (fig. 19—20).

Dans le n° 131, nous avons un *Scenedesmus* (*S. Chlorelloides* Chod.) à cellules petites, largement fusiformes sur agar-glycose et qui sur ce milieu a une forte tendance à produire des cellules typiquement chlorelloïdes, véritables sporanges, dans lesquelles on aurait quelque peine à reconnaître un *Scenedesmus*. De toutes les formes étudiées, c'est celle qui marque le mieux cette tendance et qui montre le mieux que *Scenedesmus* est bien un genre voisin des *Chlorella*. Ainsi se trouve encore une fois de plus réfutée l'opinion des algologues qui sans expériences[1]) discutent à tort et à travers et à ce propos prennent des airs de prophète: «Denn von **Meyen** bis auf **Chodat** sind ihm

[1]) **Oltmanns**, Algen I (1904) 185.

allerlei Formen angedichtet worden.» Il aurait été intéressant de savoir quelles sont les formes qu'Oltmanns considère comme ayant été à tort attribuées au *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. (*S. acutus* Meyen). Le fait est que dans ce genre et plus particulièrement chez le *S. acutus* et les espèces affines la plasticité est vraiment merveilleuse.

Il n'en reste pas moins vrai que toute la perspicacité des critiques et leur confiance en eux-mêmes ne leur a servi qu'à ignorer l'amplitude extrême des variations et qu'ils n'ont pas même soupçonné l'existence des espèces élémentaires, ni la difficulté du sujet dont ils parlent d'une manière si impertinente. Mais la question n'est pas de savoir si M. Oltmanns a de l'esprit, mais si les *Scenedesmus* du type *acutus* (*S. obliquus* et Aff.) peuvent revêtir suivant les circonstances des apparences *Chlorella*, *Oocystis*, *Raphidium*, *Dactylococcus*, *Polyedrium*, etc.

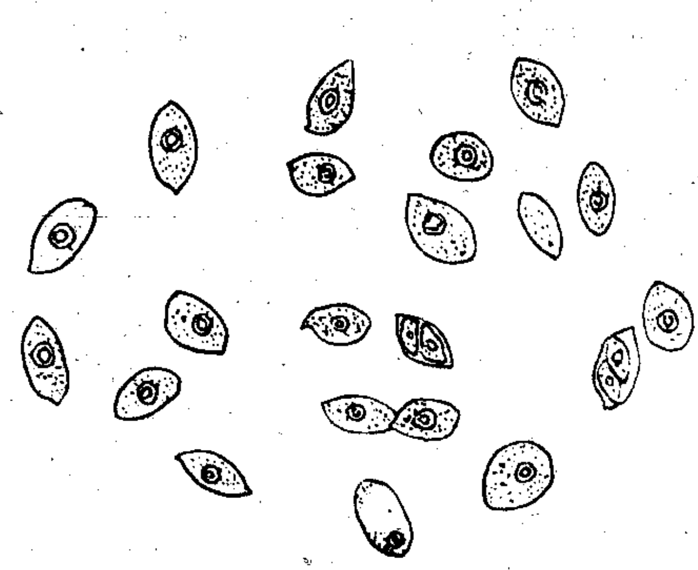


Fig. 24. *S. obtiususculus* Chod. Culture sur agar-Detmer 1/8. La majorité des cellules sont isolées et à extrémités peu aiguës. Imm. 800 ×.



Fig. 25. Id., mais agar-glycose. Il y a quelques cénobes. Imm. 800 ×.

Or ceci est désormais évident, n'en déplaise à M. Richter[1]) qui raisonne à propos des cultures pures de Chlorophycées qu'il n'a pas faites.



Fig. 26. *S. obtusiusculus* Chod. Culture sur agar-Detmer (8 jours). 800 ×.

Il est maintenant tout aussi évident qu'il peut être arrivé que les auteurs ont décrit sous le nom de *S. acutus* des espèces différentes. Alors s'expliquent quelques divergences dans les résultats des expériences. Ainsi le *S. acutus* Chod. et Malinesco est autre que le *S. acutus* Grintzesco, lequel correspond sensiblement à mon *S. oblongus*. Chez ce dernier

[1]) Richter, O. l. c., v. pg. 342.

comme dans la forme de Grintzesca la plasticité est moins accentuée que chez le *S. Chlorelloides* Chod. ou que chez le *S. obliquus* var. *typicus* (7). Je n'ai malheureusement pas eu le temps de soumettre toutes ces espèces et sous-espèces à des expériences dans des milieux variés. Mais comme ce sujet est d'un très grand intérêt, il fera l'objet d'un nouveau travail.

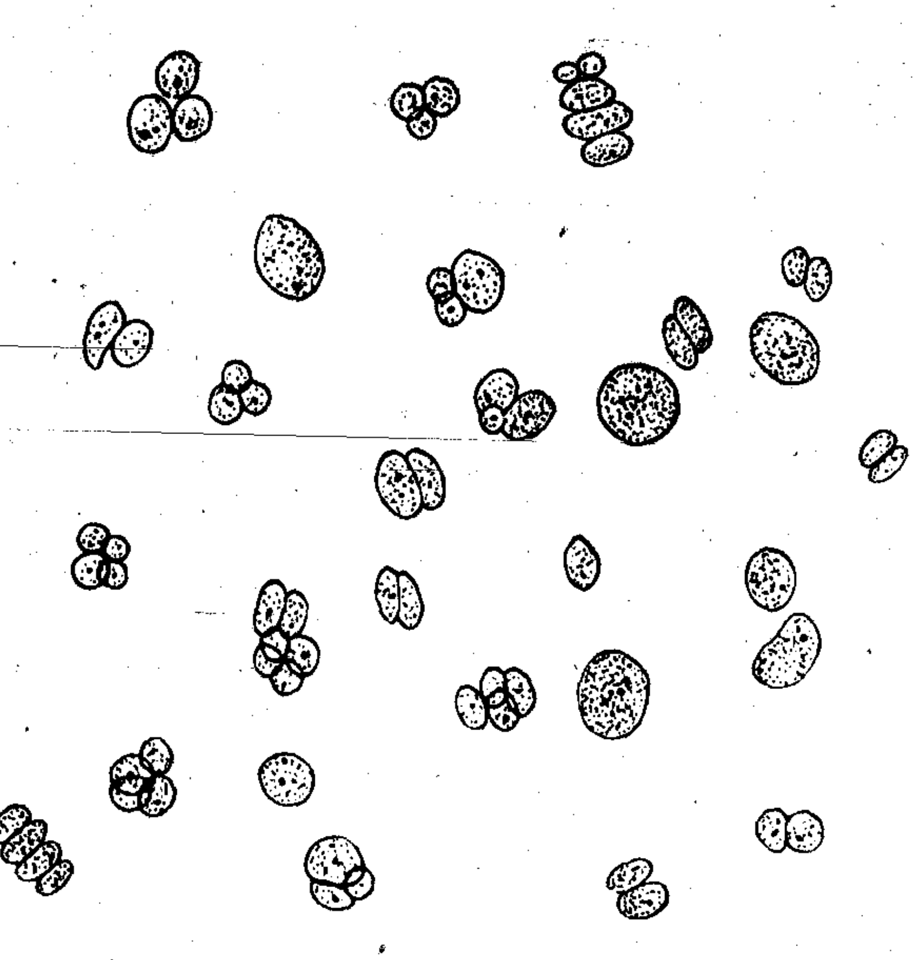


Fig. 27. *S. obtusiusculus* Chod. Culture sur agar-glycose (4 mois). Beaucoup de cellules isolées, chlorelloïdes, peu de cénobes. Sur ce milieu et à cette époque les cellules sont obtuses. Même grossissement. 800 ×

Scenedesmus obtusiusculus Chod.

S. obtusus? Chod., Polymorphisme, p. 101.

Morphologiquement, cette espèce[1]) tient le milieu entre le *S. obliquus* (Turp.) Kütz. et le *S. obtusus* Meyen. On remarque parfois au sommet des cellules un petit mucron qui rappelle de loin le *S. apiculatus* West.

Les cénobes quadricellulaires se dissolvent avec facilité (fig. 24); sur les milieux organiques prédominent les cellules isolées; mais même sur agar simple (Detmer $^{1}/_{3}$) cette dissociation est la règle. Si on y regarde de près, les cellules semblent être obtuses; mais, examinées à l'immersion, on remarque le plus habituellement que le sommet des cellules, un peu cylindriques, est brièvement aigu et même que, parfois, il y a un petit mucron sur ce sommet. Le pyrénoïde est particulièrement gros. Les cellules sont en séries linéaires ou alternantes, groupées par deux, par quatre; leur dimension est de 7 à 5 μ, 6 à 3 μ. Elles ne liquéfient pas la gélatine, mais s'enfoncent un peu en la ramollissant. La colonie sur ce milieu est d'une teinte vert pâle. C'est la seule espèce de *Scenedesmus* qui, en culture sur cette gélatine, pâlisse aussi vite.

Sur agar-glycose 2%, il se forme rapidement de gros disques vert pomme, puis vert olive brillant, visqueux, comme largement déprimés

[1]) N° 3 de la collection.

en assiette. Plus tard (2 à 3 mois), le centre devient olive, le bord vert puis abricot, finalement rouge cinabre (pl. I, fig. 6) obscurément zoné de bistre. De tous les *Scenedesmus* en culture, c'est le seul qui produise un enduit visqueux. Sur agar-lactose il croît à peine plus vite que sur agar-Detmer sans sucre. Au bout de trois mois, il donne naissance sur agar-glycose-peptone à de gros coussinets un peu irréguliers, jamais lisses ni brillants, un peu mats; au sommet de ce coussinet, il y a quelques verrues (colonies secondaires) de même couleur foncée que le socle. La mucosité qui caractérise les cultures sur agar-glycose provient d'une sécrétion de gelée au travers de la membrane, laquelle paraît s'exfolier facilement. Cette auréole de gelée se colore par le moyen du bleu de méthylène à froid; la membrane qui se fend en deux valves se colore aussi en bleu violet. Par l'emploi de la fuchsine phéniquée de Ziehl (fig. 31—33), on peut reconnaître une structure rayonnante dans cette gelée. Pour autant que j'ai pu m'en assurer, ces cellules tiennent les unes aux autres, dans cette colonie, par des anastomoses de gelée traversant une membrane gommeuse de forme polyédrique, seulement visible après traitement par le réactif et sur laquelle on reconnaît un réseau curieux. La structure de cette gelée mériterait une étude approfondie que l'extension de ce grand travail ne nous a pas permis de pousser à fond.

Fig. 28. *S. obtusiusculus* Chod. Vieille culture dans le liquide nutritif inorganique (Detmer 1/3, Fe_2Cl_6 0,02%). Beaucoup de cénobes bicellulaires géants (pour l'espèce) et remplis de carotine. Imm. 800 ×.

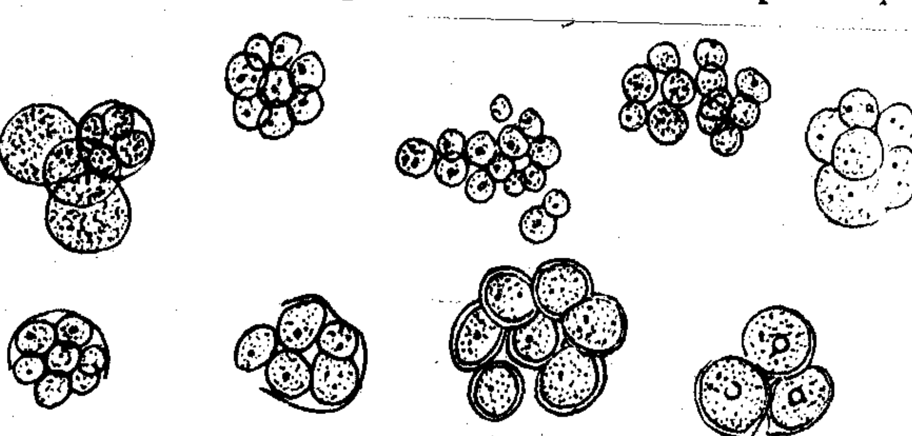


Fig. 29. *S. obtusiusculus* Chod. Culture sur agar-peptone. Beaucoup de cellules chlorelloïdes, sporanges; parfois cénobes célastroïdes. 800 ×.

Dans les cultures si vigoureuses sur agar-glycose-peptone (fig. 29–30), les cellules de cette espèce ne rappellent presque plus leur origine scénédesmique. Toutes les cellules sont arrondies, se multiplient par spores qui, dans la cellule mère, s'arrangent en une espèce de coe-

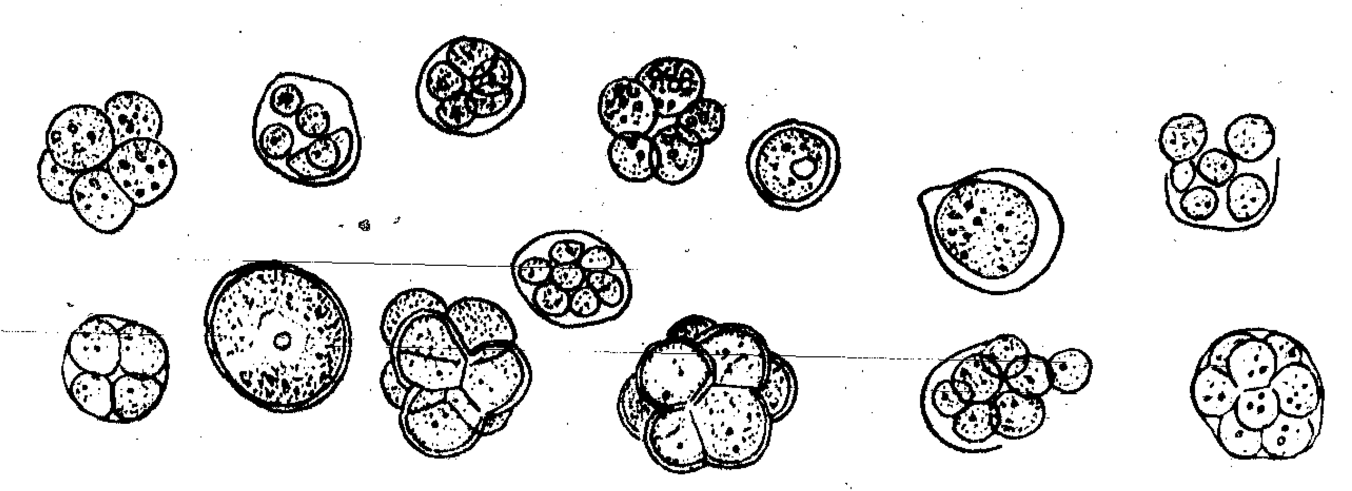


Fig. 30. *S. obtiusuusculus* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. On ne voit plus le caractère *Scenedesmus*, les cellules sont chlorelloïdes et les cénobes célastroïdes. 800 ×.

lastrum si parfait qu'on a peine à s'habituer à n'y voir qu'une forme d'involution d'un *Scenedesmus*. Je ne connais pas de meilleure preuve de l'affinité des genres *Scenedesmus*, *Raphidium*, *Coelastrum*, *Chlorella*, *Palmellococcus* que cette particularité qui appartient à tous de se laisser ramener d'une part à des formes chlorelloïdes, d'autre part à des cénobes célastroïdes.

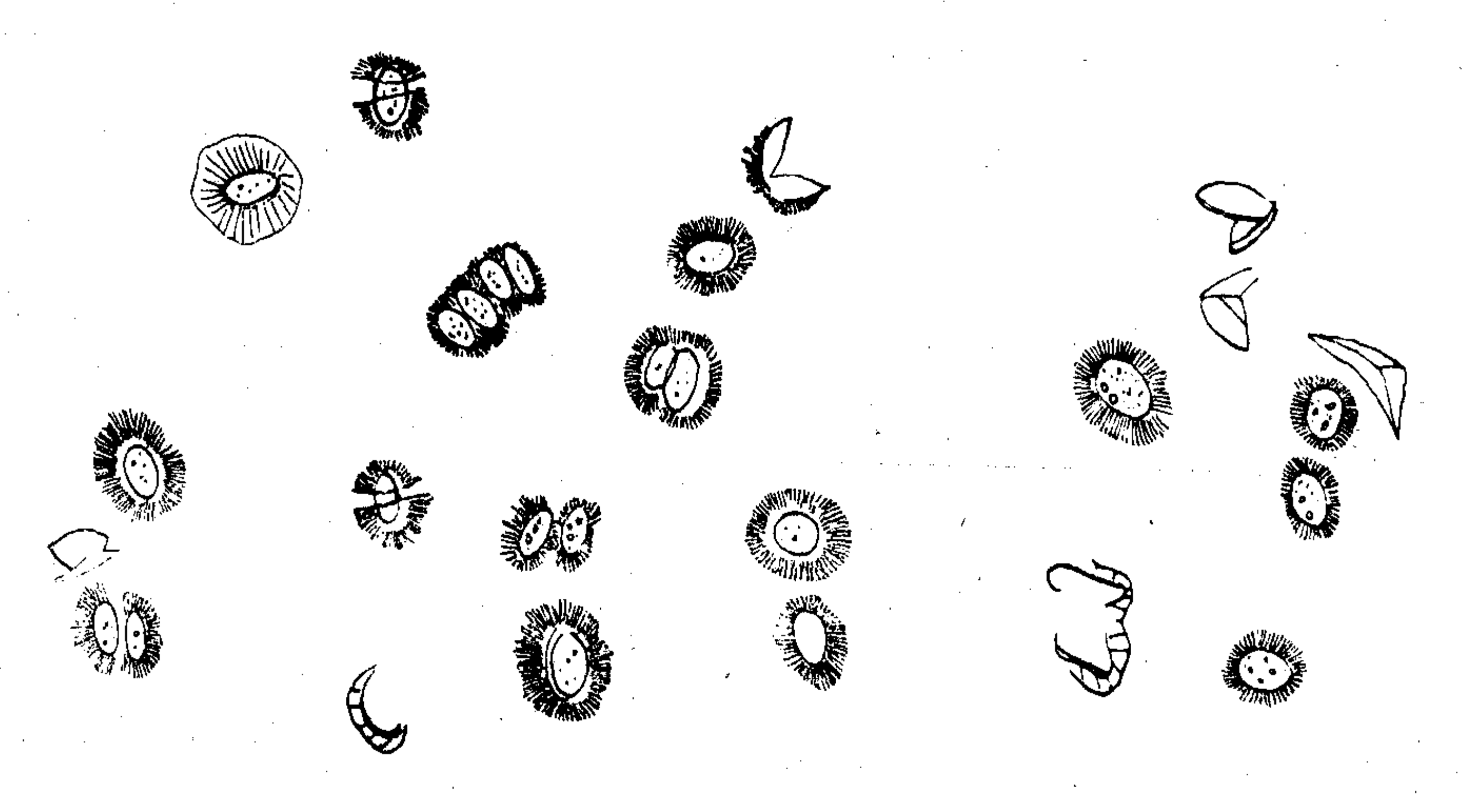


Fig 31. Fig. 32.

S. obtusiusculus Chod. Culture sur agar-glycose. Apparence des auréoles gélifiées après traitement à la fuchsine phéniquée de Ziehl, à froid. On voit quelques membranes, brisées en deux valves; squelettes cellulosiques avec sculptures en relief.

Scenedesmus wisconsinensis (Smith) Chod.

J'ai isolé en 1909 cette espèce[1]) de l'eau de l'étang à canards du parc de l'Ariana qui m'a déjà fourni plus d'un genre nouveau et plusieurs espèces intéressantes. Sa caractéristique est de former des cénobes quadricellulaires, dont les cellules ne sont pas disposées

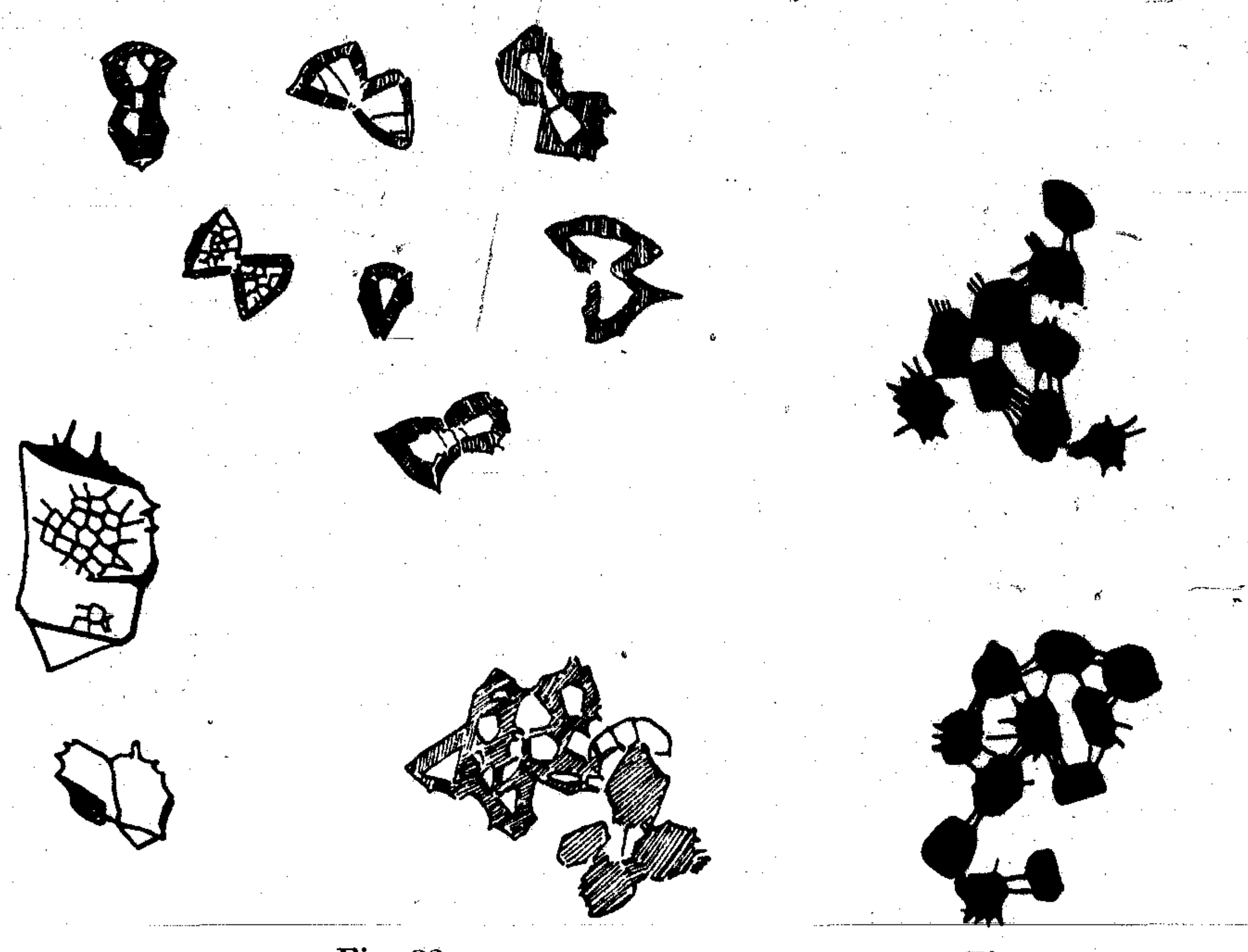


Fig. 33. Fig. 34.

S. obtusiusculus Chod. Divers aspects des membranes vidées et rompues en deux valves (fig. à gauche); chaque squelette est recouvert d'une gelée en réseau; l'un des squelettes a été dessiné à un plus fort grossissement pour mieux montrer la structure réticulée du revêtement extramembraneux; à gauche, groupe (en gris) et fig. 34, groupe de cellules anastomosées par leur gelée. 800 ×.

sur un plan mais sur deux (fig. 35–36); de profil on ne voit tout d'abord que deux cellules. Les cellules sont du type *obliquus*, un peu renflées au milieu, elles vont s'amincissant en pointe aiguë, mais qui reste verte jusqu'au sommet. Vues en section optique transversale, les cellules, groupées régulièrement par quatre, laissent entre elles un méat quadrangulaire. Dans l'eau et sur l'agar sans sucre, la forme et la disposition des cellules varient peu. La gélatine est fortement liquéfiée par cette espèce; c'est même celle de ce genre qui, parmi les espèces étudiées, a le plus fort pouvoir liquéfiant. Ces colonies sur agar-glycose sont un peu lobées, assez bombées; au bout de quatre mois, elles dépassent à peine 5 millimètres; à ce mo-

[1]) N° 81 de la collection.

ment, leur éclat est brillant, la surface céracée et leur couleur vert foncé (pl. II, fig. 11). Sur agar-glycose-peptone (fig. 37) se forment des coussinets vert foncé, 1/3 plus petits que ceux du *S. obliquus* et du *S. obtusiusculus*; la surface de ces coussinets est parsemée de verrues arrondies vert foncé. Les autospores sur ce milieu naissent séparées; ces cellules perdent leurs extrémités pointues, deviennent largement fusiformes, produisent des spores et prennent une apparence semblable à un *Characium* ou finissent par devenir complètement chlorelloïdes. On voit que ce ne sont pas seulement

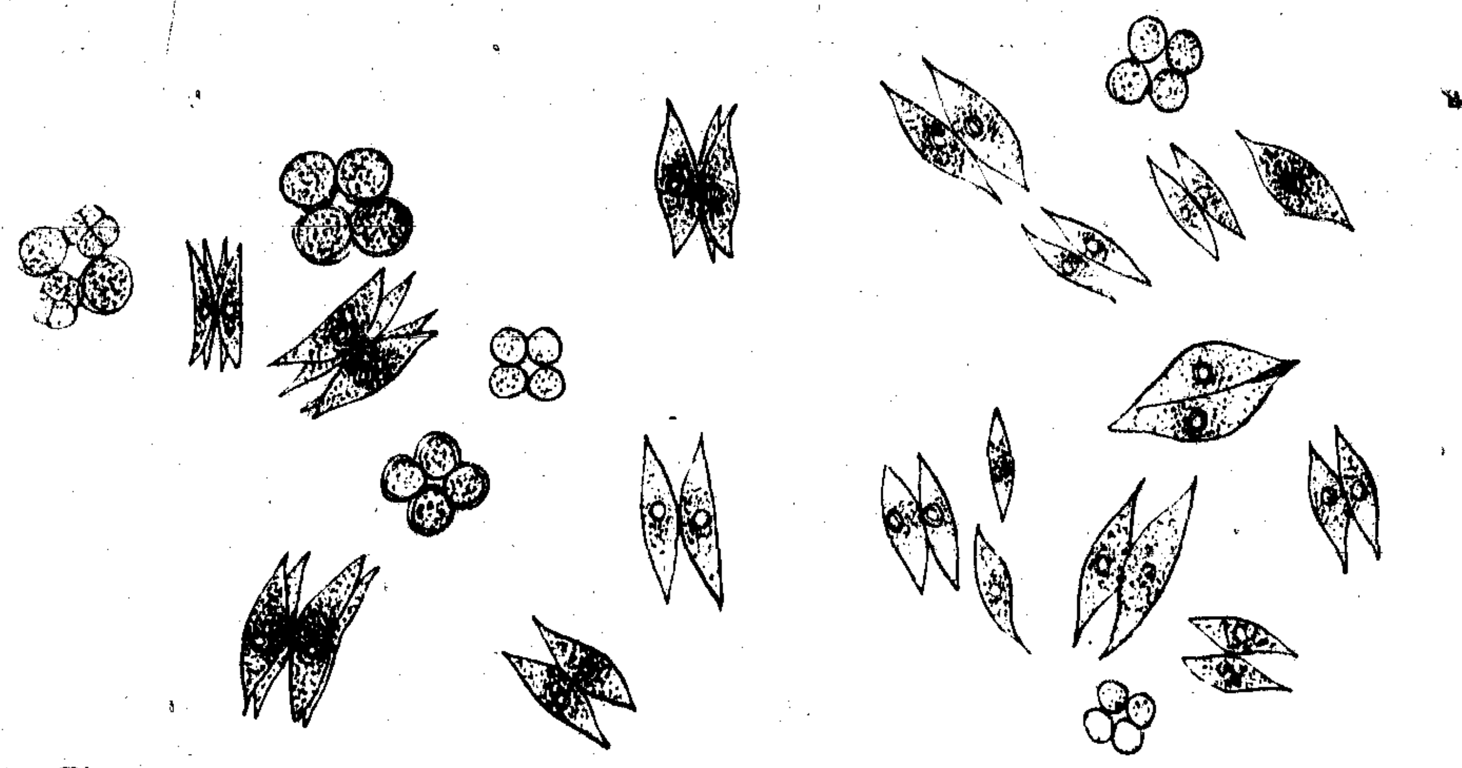


Fig. 35 et 36. *Scenedesmus wisconsinensis* (Sm.) Chod Vue de profil et section optique des cénobes en fascicules de 4. Imm. 800 ×.

les cellules nouvelles qui ont subi cette métamorphose, car on remarque souvent sur le dos d'une grosse cellule arrondie le débris d'une cellule sœur du cénobe. La multiplication par spores arrondies au bout d'un certain temps, devient la règle; on ne rencontre alors plus guère de cénobes.

Cœnobium quadricellulare, cellulis fusiformibus, ventre dilatatis, sensim rectiuscule acuminatis, 4 fasciculatis haud in seriem unistratam dispositis. Cellulæ 10 × 3 μ, 20 × 5 μ.

En cours de publication de ce travail, j'ai reçu[1]) de M. Gilbert Morgan Smith une étude sur le *Scenedesmus*[1]) dont il est question ici et qu'il a à son tour, réussi à isoler en culture pure. Cet auteur a bien reconnu, grâce à la méthode de culture préconisée, qu'il s'agit d'une espèce distincte du *S. obliquus* (Turp.) Kütz. (*S. acutus* Meyen). Il donne les dimensions 4—5,8 μ × 12—14,5, ce qui correspond assez

[1]) G. H. Smith, *Tetradesmus*, a new four-celled coenobic alga, in Bulletin of the Torrey Botanical Club, 40 (1913), 76, tab. I.

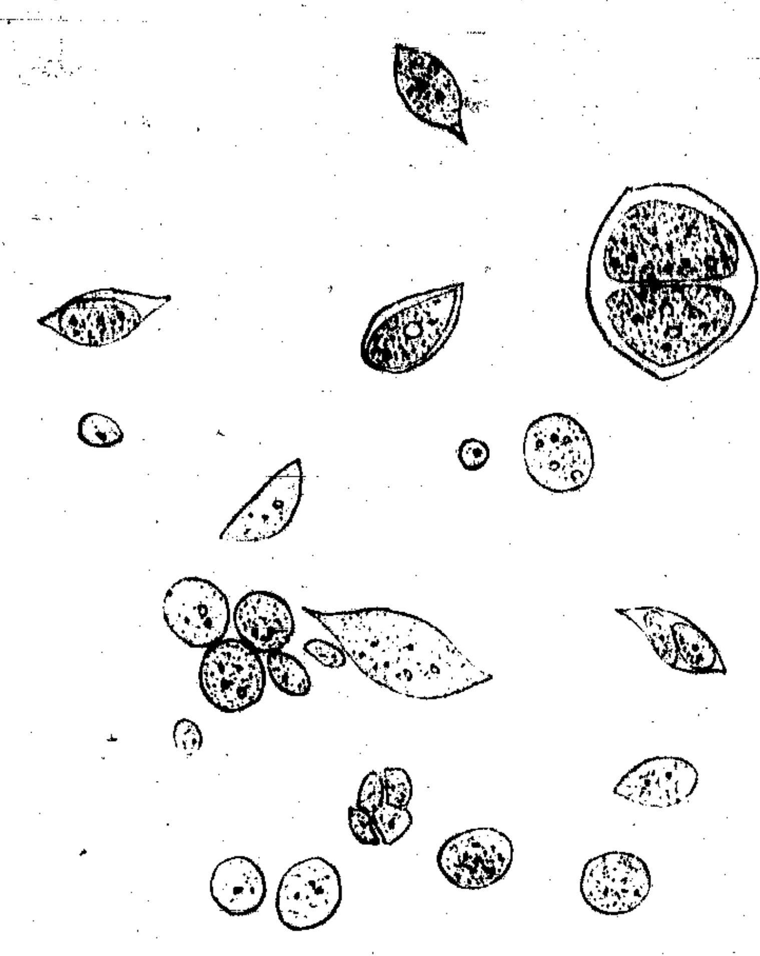


Fig. 37. *S. wisconsinensis* (Sm.) Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. Mélange de cellules isolées fusiformes et de cellules chlorelloïdes.

bien aux dimensions observées pour notre plante. Le résultat le plus intéressant et qui confirme d'anciennes observations faites par moi autrefois à propos des *Scenedesmus*, est que, dans la division, le pyrénoïde peut naître « de novo ». Il a observé la formation des autospores, selon le type que j'ai décrit déjà anciennement pour les espèces de *Scenedesmus*. Il confirme également mes idées sur les affinités de ces plantes avec les Pédiastrées (l. c., 84). L'auteur a bien distingué le pyrénoïde du noyau. Je ne puis, par contre, accepter de créer un genre nouveau pour cette espèce qui me paraît être seulement un type bien particulier de *Scenedesmus*. On sait, en effet, combien dans ce genre varie la disposition des cellules; je rappelle le *S. coelastroides*, le *S. curvatus*, etc.

Toute la morphologie cellulaire et tout le développement sont ceux d'un *Scenedesmus*. M. Smith n'a pas vu l'extrême plasticité de cette algue en milieux nutritifs organiques; cependant, telle qu'elle est, son étude est une solide contribution à l'étude des algues en culture pure qu'on consultera avec fruit surtout au point de vue de la cytologie.

En conformité aux règles de la nomenclature, cette algue doit s'appeler *Scenedesmus wisconsinensis* (Smith) Chodat, syn.: *Tetradesmus wisconsinensis* G. H. Smith.

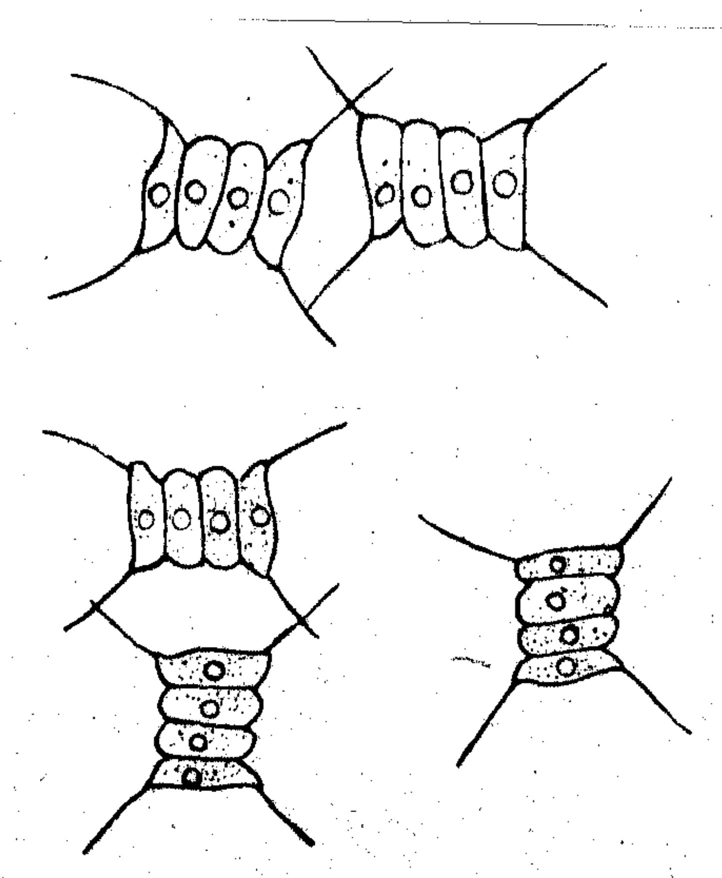


Fig. 38 et 39. *S. quadricauda* Bréb. Culture dans liquide nutritif (Detmer 1/3, Fe_2Cl_6 0,02%). 650 ×.

Scenedesmus quadricauda Bréb.

(Voir Chod., Algues vertes, l. c. (1902), 213.)

Tous les auteurs modernes sont d'accord pour réunir sous ce nom (fig. 39—40) ou sous celui d'un de ses synonymes, l'ensemble des formes munies de piquants. W. et G. S. West (F. W. A. of the third Tanganica exped. in Linn. Soc. Jour. Bot., XXXVIII (1907), 130) vont même jusqu'à y inclure le *S. opoliensis* de Richter. Et, ce faisant, ils sont conséquents. Dans l'impossibilité où ils sont de délimiter les formes, comme d'ailleurs tous leurs confrères algologues qui, dans ce domaine des Unicellulaires, ne partent pas de cultures sélectionnées et pures, ils préfèrent créer une grande espèce collective qui sera facile à définir et assez élastique pour recevoir toutes les variantes. De Wildeman, répondant à une critique de Richter (Voir Prodrome de la flore algologique des Indes néerlandaises, Batavia (1897), 77) va même plus loin. Déjà précédemment, il avait suivi Ehrenberg (Infus. (1833), 309, 311 sub Arthrodesmo), Ralfs (Desmid., p. 190), Franzé et d'autres qui réunissent à cette espèce le *S. bijugatus* de Kützing (non *Achnanthes bijuga* Turpin) ou *S. obtusus* Meyen, en divisant l'espèce collective en deux groupes: *a cornutus, b ecornis* Franzé, ce qui correspond au *α typicus* Ralfs et *γ ecornis* Ralfs. De Wildeman dit: « N'oublions pas que nous avons fait cette classification d'une espèce en deux groupes, pour notre facilité; cela ne veut pas dire que les formes de *Scenedesmus* sont tenues à se conformer au tableau tracé par nous. Il ne serait pas étonnant du tout que notre tableau soit en défaut, l'espèce pourrait être plus variable que nous ne le supposons et les différentes formes du genre *Scenedesmus* former une chaîne continue, dans laquelle les anciens types seraient réunis les uns aux autres par des formes intermédiaires (l. c., p. 78). »

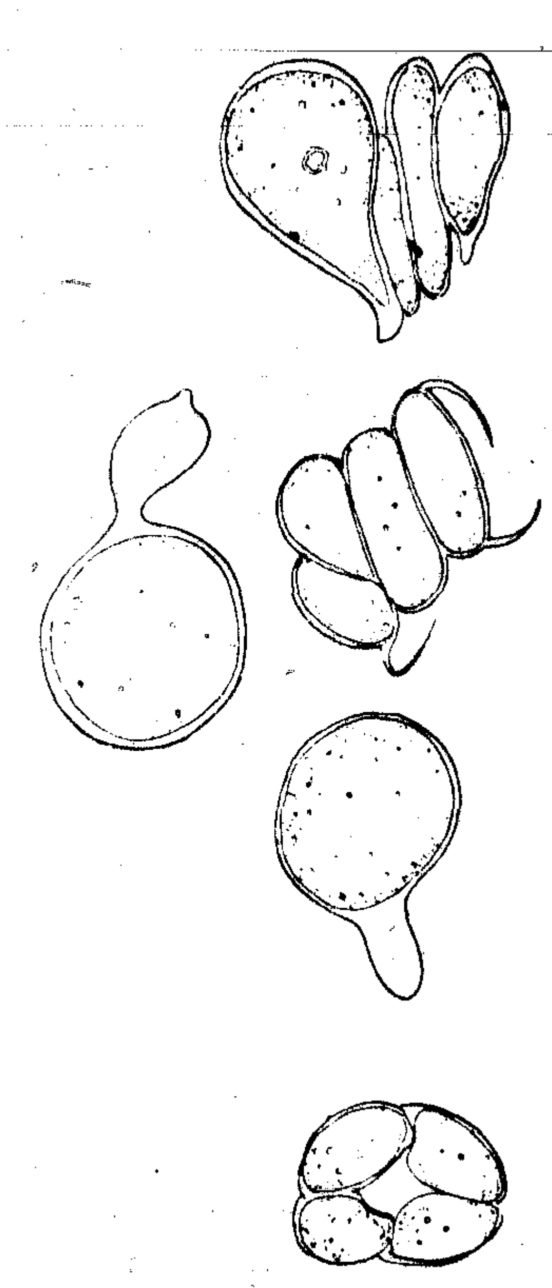


Fig. 40. *S. quadricauda* Bréb. Vieille culture sur agar-glycose. Cénobes anormaux, inermes ou aristés; cellules isolées arrondies avec gros processus de la membrane (du type *Codiolum*); section optique d'un cénobe à cellules sur deux plans. Imm. 800 ×.

En effet, les formes (v. Polymorphisme, l. c., pl. XI et XII) du

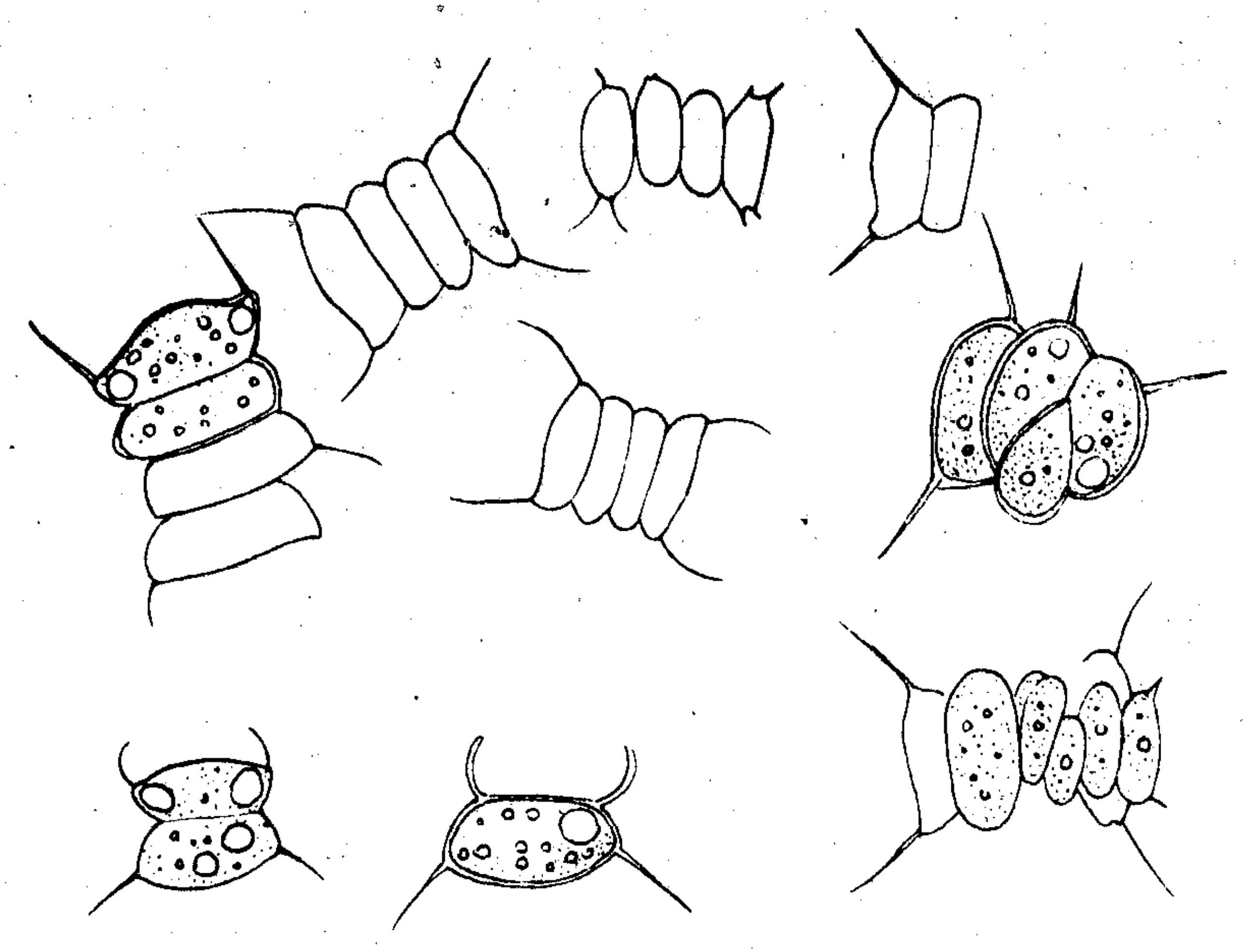


Fig. 41. *S. quadricauda* Bréb. Culture dans les mêmes conditions que 39, mais plus vieille. Imm. 800 ×.

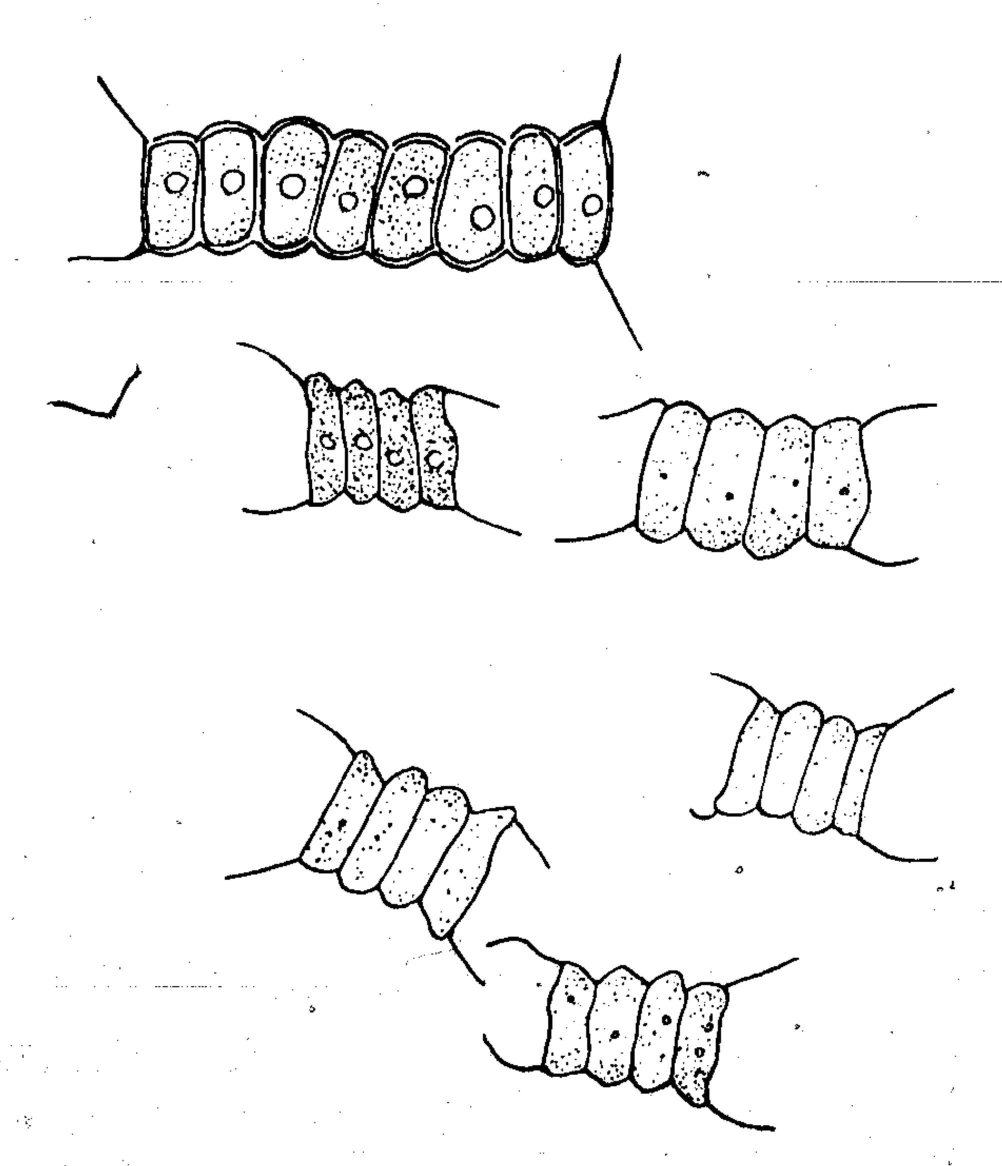


Fig. 42. *S. quadricauda* Bréb. Culture sur agar-Detmer 1/3. 800 ×.

genre *Scenedesmus* ne sont pas tenues à se conformer au tableau des classificateurs, pas plus d'ailleurs que les espèces de tout genre. L'expérience seule peut décider des potentialités et de l'amplitude des variations, par conséquent de la limite spécifique.

«Wollte man in der Tat letzteren (*S. opoliensis*) mit ersteren (*S. quadricauda*) als Varietät bringen, so würde die Diagnose für *S. quadricauda*, der wohl Stacheln, aber abgerundete, elliptische Zellen hat, lauten: Zellen spindelförmig, abgerundet oder zugespitzt, äussere Zellen mit Stacheln, Familie zu vier bis acht, in einer bis zwei Reihen. Wie wollte man sich dann noch zurecht finden können? Zudem wäre

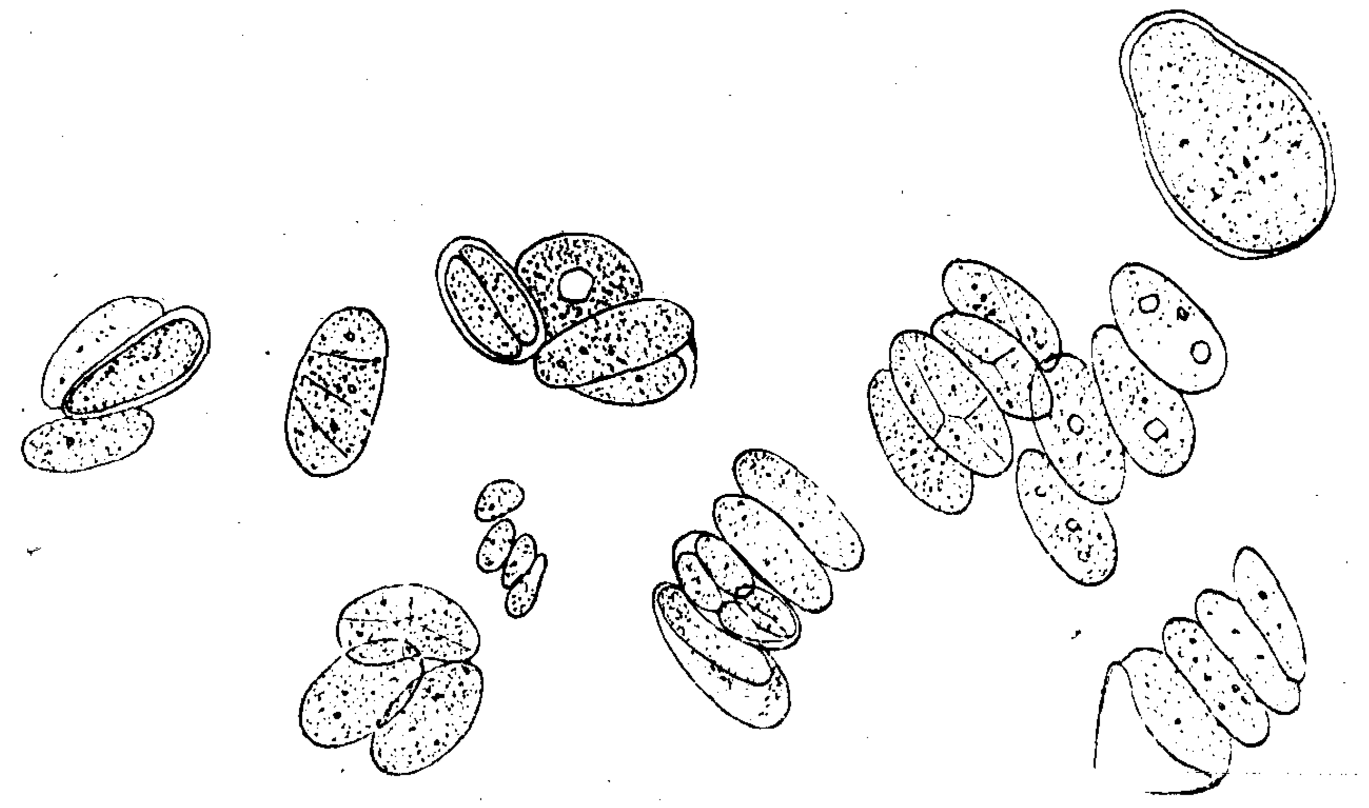


Fig. 43. *S. quadricauda* Bréb. Culture sur gélatine sucrée (glycose). Cénobes pour la plupart inermes, réguliers ou irréguliers; autospores, spores, cellules géantes. Imm. 800 ×.

damit auch die Gruppierung der Spezies von *Scenedesmus* in „Obtusi" und „Acuti" ganz aufgehoben. Und das alles ohne hinreichenden Grund.»[1]) Disons tout de suite que, dans nos cultures, rien ne parle en faveur de la réunion du *S. opoliensis* Richter avec ses cellules prolongées en pointe et du *S. quadricauda*.

Brébisson, dans les Algues de Falaise, n'a fait que créer ce nouveau binôme sans en donner de description, mais Ralfs, qui est en rapports avec cet algologue, définit cette espèce et réunit à la forme *typica* une forme *β* (external cells with three bristles) et, comme il a été dit plus haut, une forme *γ ecornis* qui n'est qu'un *S. obtusus* (*S. bijugatus* Kütz.). C'est cette forme *β* qui, dans la classification de Kirchner, laquelle a été généralement acceptée, a reçu le nom de var.

[1]) Richter, Zeitschr. für angewandte Mikroskopie, I (1895), 3.

abundans Kirchn. Elle est voisine de la var. *asymetrica* Schroeder. J'ai déjà parlé plus haut des variétés nombreuses qui ont été citées à propos de cette espèce. J'ai moi-même (Algues vertes, l. c.) suivi Kirchner et j'ai ajouté la var. *Naegelii* (Bréb.) Rabh. qui possède des cellules pyriformes, alternantes. Je concluais: on pourrait multiplier ces formes, car la variabilité est extrême dans cette espèce.

En réalité, personne n'a complètement raison. Les cultures montrent qu'il y a plusieurs espèces bien définies et dont nous ferons tout à l'heure la description; mais il faut bien le dire, cette étude n'épuise pas le sujet; il y a sans doute encore plusieurs espèces à définir par cette méthode. C'est donc un avertissement aux algologues qui renoncent à expérimenter et veulent seulement deviner.

Enfin, j'insiste sur ce point qu'on ne saurait me demander d'identifier avec certitude les formes décrites par moi avec celles qui encombrent la bibliographie. On verra plus loin que, par des phénomènes de convergence, les diverses espèces peuvent présenter des stades analogues.

Je conserverai le nom de *S. quadricauda* Bréb. à l'une des formes[1]) dépourvues de piquants équatoriaux, car nous verrons plus loin que dans la var. *abundans* de Kirchner il faut distinguer plusieurs bonnes espèces, distinctes entre elles et distinctes de celles qui sont comprises dans la var. *typica* du même auteur.

S. quadricauda (Turp.) Bréb., Algues des environs de Falaise (1835), 66. — Ralfs, Brit. Desmidiacées, p. 190 p. p. — Nægeli, Einzellige Algen, p. 91, tab. 5, A, fig. 2.

— Kirchner, in Kryptogamen-Flora von Schlesien (1878), 98 (excl. var. *abundans* Kirchn.). — Chodat Algues vertes l. c. (1902), 213 (excl. *γ abundans*).

— *S. caudatus* Corda, Almanach de Carlsbad. 1839.

— *S. variabilis* De Wildeman pp.

Nous avons cultivé cette espèce depuis dix ans et toujours avec les mêmes résultats. La caractéristique la plus nette de sa culture, vis-à-vis des autres espèces de morphologie analogue, est la facilité avec laquelle ses disques sur agar-glycose pâlissent. La forme de ces colonies est celle d'un disque irrégulier un peu bombé et à peine ridé, à peine brillant, mais ni gélatineux ni vernissé. Avec le temps le centre du disque devient gris (pl. I, fig. 4) tandis que le bord conserve un liseré vert. Finalement toute la colonie prend une teinte grise livide, céracée, caractéristique. Sur la gélatine la liquéfaction se fait, mais lentement, beaucoup plus lentement que par le *S. quadrispina* nob. Elle croît avec moins d'intensité sur agar-glycose-peptone que les

[1]) No 4 de la collection.

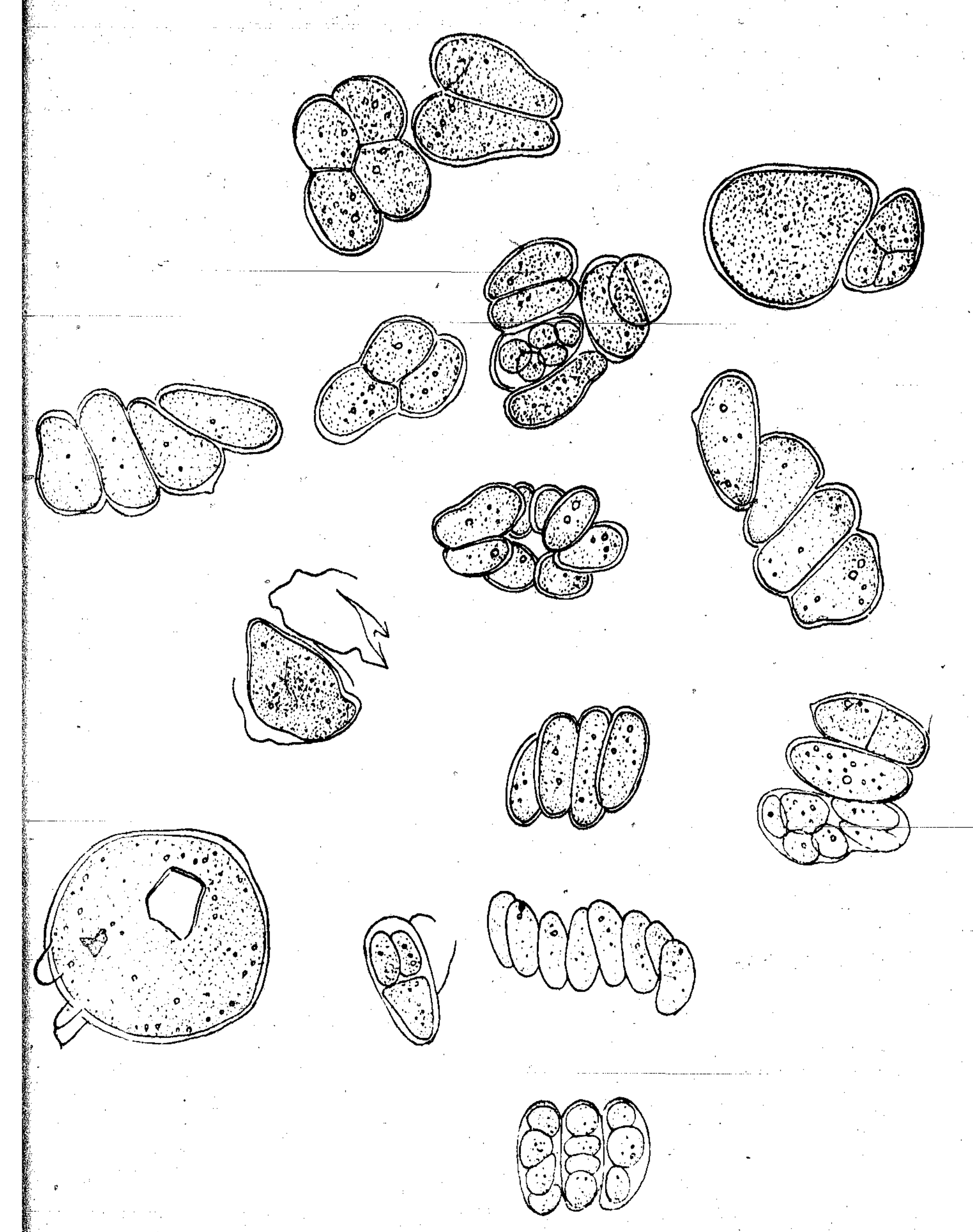


Fig. 44. *S. quadricauda* Bréb. Culture sur agar-glycose-peptone. Cénobes de toute grandeur, inermes, monstrueux, 4—8 cellulaires; cénobes célastroïdes; cellules géantes avec débris de membrane du cénobe primitif; spores arrondies: rajeunissement. Immersion. 800 ×.

S. quadrispina et *S. longispina*. Cultivée sur agar-Detmer 1/3, ses cellules ne manifestent aucun polymorphisme important. On peut donc sur ce milieu reconnaître les apparences habituelles. Les figures 39—40 et 41 en donnent le détail. Les cellules de ces cénobes adhèrent fortement les unes aux autres; les piquants [1]) sont bien visibles. La grandeur des cellules varie de 12—4,5, 14—5 μ. Dans les mêmes conditions et pendant le même temps les dimensions des deux espèces voisines sont pour *S. quadrispina* 10—4; 5, 8—3,5; 10—5 μ; *S. longispina* 8—3,5; 10—4; 10—4,5 μ.

Sur agar-glycose les cénobes prennent des formes bizarres (fig. 40) mais sans se désarticuler beaucoup; la plupart de ces cénobes conservent encore leurs piquants. Sur agar-glycose-peptone les colonies nouvelles sont vigoureuses, les cellules inermes et leurs contours arrondis. On obtient des formes, d'ailleurs géantes (18—6, 20—7, 22—9 μ), qui rappellent le *S. bijugatus* Kütz. La membrane s'épaissit, le contenu devient granuleux, ce qui empêche de voir le chromatophore. Dans ces cellules se forment des spores arrondies (4 à 8) qui, en sortant, sont libérées ou restent attachées en cénobes célastroïdes. Souvent on rencontre des cellules géantes, portant latéralement les débris des autres cellules du cénobe (fig. 44 et 49).

Est-ce une raison pour réunir au *S. quadricauda* Bréb. le *S. bijugatus* Kütz. (*S. obtusus* Meyen)? Non, sans doute, car ces mêmes cellules du *S. quadricauda* (Bréb.) Chod. transportées sur un milieu liquide ou agarisé sans sucre et sans peptone fournissent immédiatement de nouveaux cénobes aristés. Citons enfin que souvent les cellules intermédiaires des cénobes montrent une arête supplémentaire correspondant à la forme *horridus* de Kirchner.

Nous avons d'ailleurs donné de cette espèce une série étendue de dessins dans un ouvrage précédent auquel nous renvoyons le lecteur (Polymorphisme l. c., pl. XI et XII).

Scenedesmus quadrispina Chod. (nov. spec.).

Cette espèce (fig. 45—48, 51) qui a été isolée d'une mare du Grand Salève près de Genève [1]), diffère de la précédente par sa taille plus réduite. Elle liquéfie la gélatine avec vigueur, beaucoup plus rapidement que l'autre. Elle croît aussi plus vite sur agar-glycose que le *S. quadricauda*. Sur ce même milieu elle prend moins rapidement une teinte livide et s'y décolore également plus lentement. Ses colonies sur ce milieu sont aussi plus régulières. Mais c'est surtout dans la manière de se comporter de ses cellules vis-à-vis du milieu sucré et peptonisé

[1]) N° 6 de la collection.

u'elle se laisse définir d'une manière décisive (fig. 52). Tandis que *S. uadricauda* conserve sur ce milieu même très longtemps des cénobes cellules inermes mais adhérentes, celle-ci y produit un état chlo- elloïde très marqué. Sur ce milieu le *S. quadrispina* ne forme que

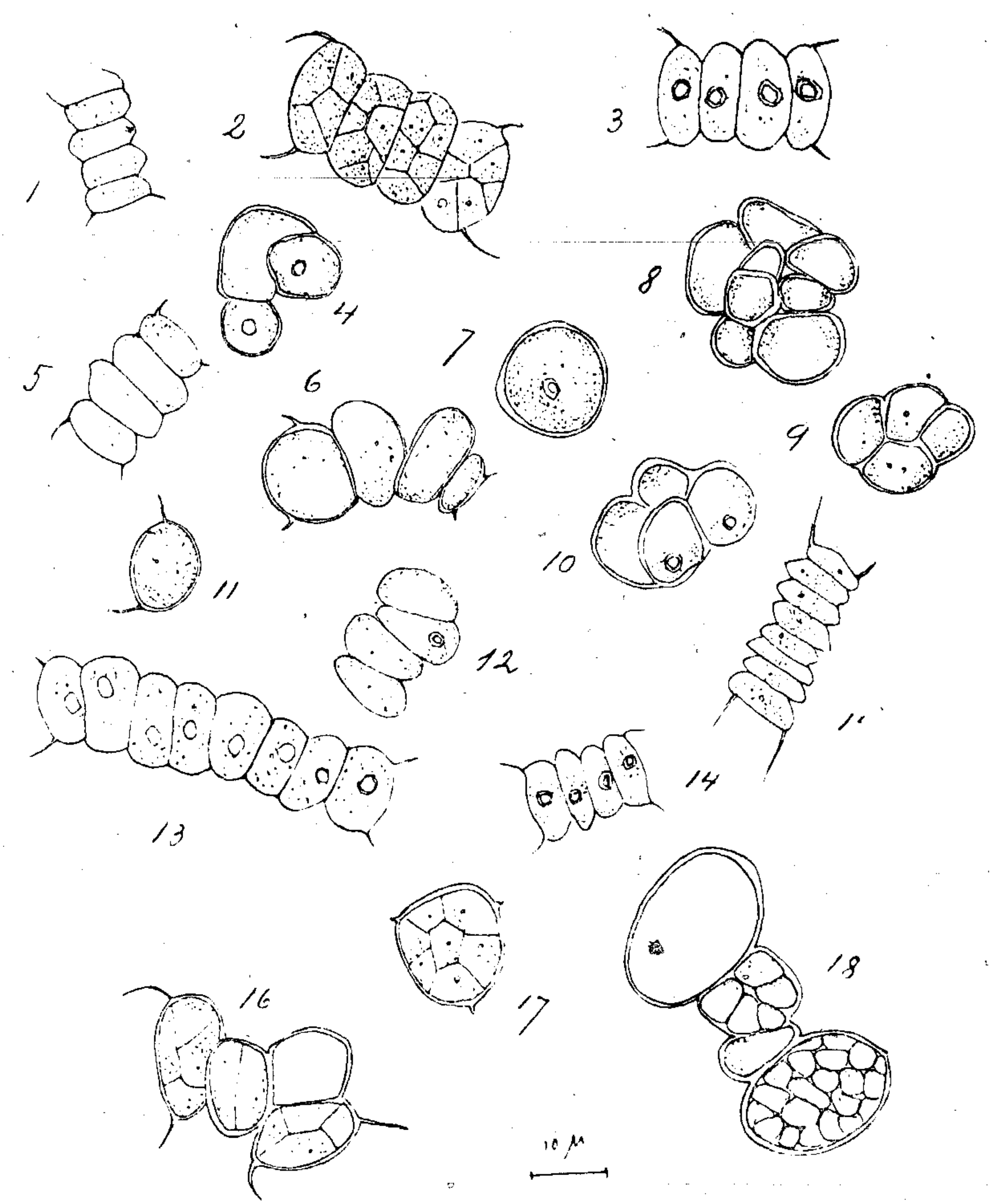


Fig. 45. *S. quadrispina* Chod. Culture sur agar-glycose. Cénobes variés, aristés et inermes; plusieurs sont semblables à des *Coelastrum* ou à des *Polyedrium;* formation de spores et segmentation. Imm. 800 ×.

e rares cénobes, nullement célastroïdes. Beaucoup de cellules se multiplient par spores arrondies à la façon d'un *Chlorella*. Enfin on trouve un grand nombre de cellules géantes ayant fait partie d'un énobe quadricellulaire dont elles se sont plus ou moins détachées n grossissant excessivement.

Les appendices qu'on leur voit (fig. 50) sont des anastomoses pa lesquels elles tenaient aux cellules voisines. Il faudrait bien se garde d'y voir l'indice d'une sexualité ou la marque d'une conjugaison ca on peut toujours suivre pas à pas le gonflement des cellules à parti du point d'attache lequel peut s'allonger et simuler une branch copulatrice.

Il se pourrait que notre espèce fût la même que le *S. caudatu γ brachyurus* Kütz. (S. p. 186) : « minor brevissime caudatus » Mais en l'absence de dessins et d'autres preuves, l'identification rest plus que douteuse.

Scenedesmus longispina Chod. (nov. spec.).

Cette espèce (fig. 53, 54) a été isolée plusieurs fois par moi de l'étang à canards du Parc de l'Ariana près Genève (n. 78, 82, 82b de la collection). (Pl. II, 9 et 10.)

Elle ressemble excessivement au *S. quadrispina* Chod. et se comporte sur milieu solide (pl. II fig. 9 et 10) d'une manière analogue sinon identique. La vigueur des cellules sur agar-glycose-peptone est cependant plus faible. La différence essentielle est dans la longueur des piquants, qui sont ici plus longs que dans le *S. quadrispina* Chod., souvent deux fois plus longs. Ils atteignent sur agar-glycose 10 μ tandis que ceux du *S. quadrispina* n'ont que 4 à 6 μ. Sur agar-glycose elle produit aussi des formes aberrantes (fig. 55—56). Mais c'est surtout sur les milieux peptonisés que son polymorphisme est accentué. Comparez les figures 56—58 avec celles données pour les mêmes milieux pour le *S, quadricauda* et vous vous apercevrez immédiatement des grandes différences qui séparent ces espèces. La dimension plus grande des cénobes de cette dernière lesquels se désarticulent plus difficilement et la forme des cellules sont bien caractéristiques. Chez le *S. longispina* on trouve sur ce milieu un grand nombre de cellules isolées, arrondies et munies de un ou plusieurs piquants, ce qui est excessivement rare, dans les mêmes conditions, chez le *S. quadrispina* Chod. On voit aussi beau

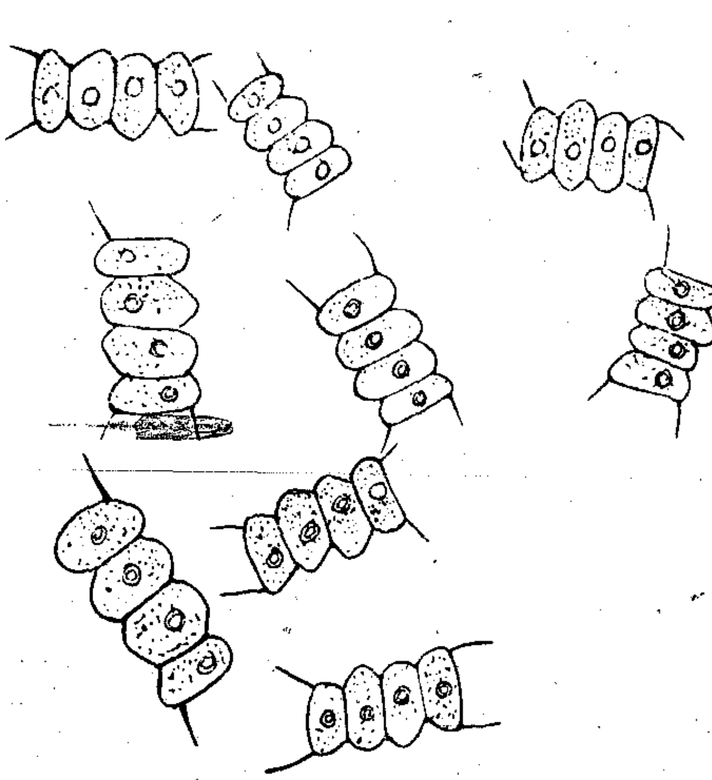


Fig. 46. *S. quadrispina* Chod. Culture sur agar-Detmer 1/3. 660 ×.

[c]oup de cellules géantes, remplies de spores polyédriques, autospores, [q]ui se libèrent difficilement.

Sur gélatine sucrée (fig. 59—61 et 62) la liquéfaction est active [e]t abondante.

Scenedesmus nanus Chod. (nov. spec.).

Cette espèce[1]) provient aussi de l'eau de l'Ariana. Elle était tout [d]'abord mélangée à une culture du *S. wisconsinensis* Chod. Je l'ai isolée [p]ar de nouveaux triages. Puis elle a été de nouveau triée pour s'as- [s]urer de sa parfaite pureté. ~~C'est la plus petite espèce~~ à nous connue [d]u type « *quadricauda* ».

Ce n'est que lorsqu'elle forme des cénobes qu'on peut la recon- [n]aître comme appartenant à une espèce du genre *Scenedesmus*, car

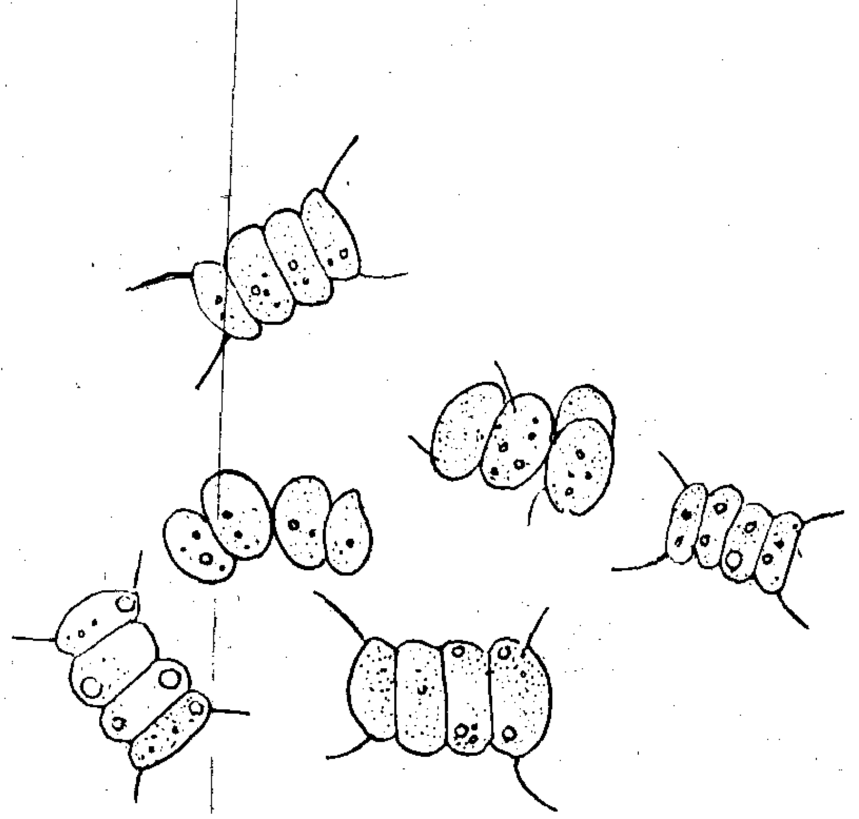


Fig. 47. *S. quadrispina* Chod. Culture dans liquide inorganique (Detmer 1/3, Fe_2Cl_6 0,02 %). Cénobes ventrus avec ou sans piquants. 800 ×.

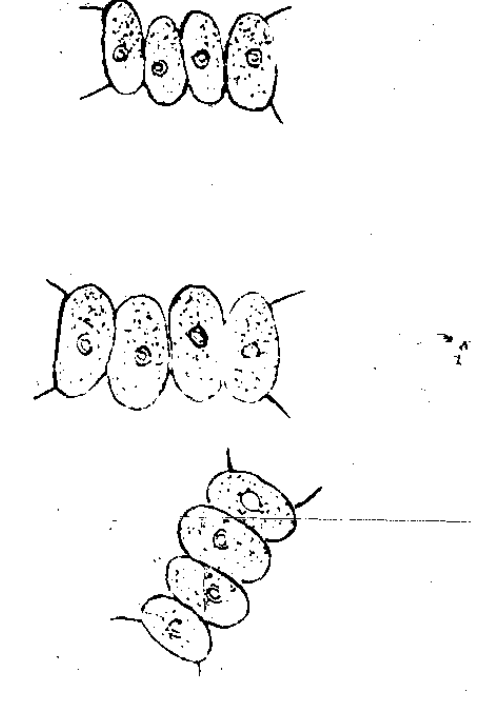


Fig. 48. *S. quadrispina* Chod. Culture sur agar-glycose. Début de la culture. 800 ×.

sur tous les milieux ses cénobes se désarticulent avec une extrême facilité et par conséquent libèrent leurs cellules. Lorsque les cellules sont inermes, chaque cénobe rappelle le *S. minor* Kütz. (Syn. Diatom. Tab. VI, fig. 99). Mais je ne mets aucune importance à cette coïncidence car l'espèce de Kützing est trop mal décrite pour qu'on puisse en tenir compte et surtout pour qu'on puisse l'identifier. Ceci m'amène à une remarque: Les botanistes descripteurs qui s'occupent de Phanérogames et surtout de Phanérogames exotiques ne se tirent guère d'af-

[1]) N° 100 de la collection.

faire par l'examen des seules descriptions; ils ont recours à la comparaison avec les échantillons types conservés dans les herbiers. Il es des algologues courageux qui savent identifier des espèces et des noms avec une certitude qui fait honneur à leur témérité. A mon avis il ne faut identifier que lorsqu'il y a évidence absolue. On sert mieux la science en laissant tomber d'anciens binômes attachés à des formes mal décrites que de les utiliser pour dénommer des espèces actuellement mieux connues. Je ne saurais approuver cette chasse au binôme

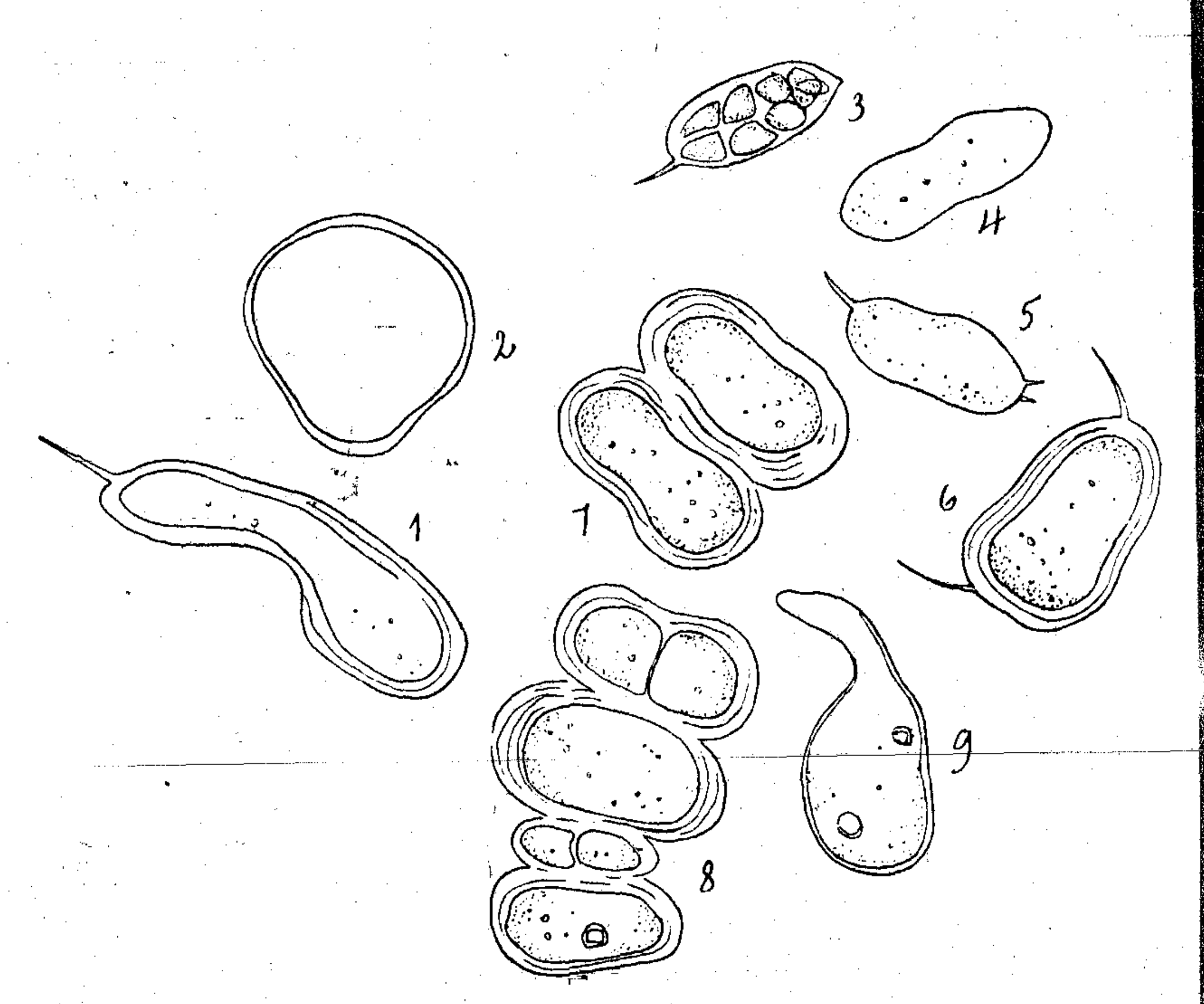


Fig. 49. *S. quadricauda* Bréb. Vieille culture sur gélatine. Cellules anormales, à parois épaissies; cellules géantes codioliformes, inermes ou aristées. Imm. 800 ×.

le plus ancien, au mépris d'une identification scientifique. Il ne faut pas faire dire aux anciens algologues ce qu'ils n'ont pas voulu ou pas pu dire. Malgré la grande habitude que j'ai des Cystosporées, la majeure partie des *Protococcus* des *Pleurococcus* des anciens auteurs sont, selon moi, des énigmes que jamais personne ne pourra déchiffrer. Ainsi, pour le *S. minor* Kütz. On a vu d'ailleurs que la définition des espèces dans ce genre ne peut guère se faire, quand il ne s'agit pas d'espèce collective, que par la méthode des cultures pures.

Cette espèce de *Scenedesmus* nous avertit aussi comme on l'a déjà vu à propos du *S. obliquus*, que les *Scenedesmus* ne peuvent servir de prétexte à la formation d'une famille Scénédesmacées[1]) qui serait caractérisée par la production habituelle d'un cénobe. Le *S. obliquus*, le *S. nanus* Chod., comme aussi le *S. wisconsinensis* et sans doute d'autres encore, sont plus souvent à l'état de cellules isolées que de cénobes.

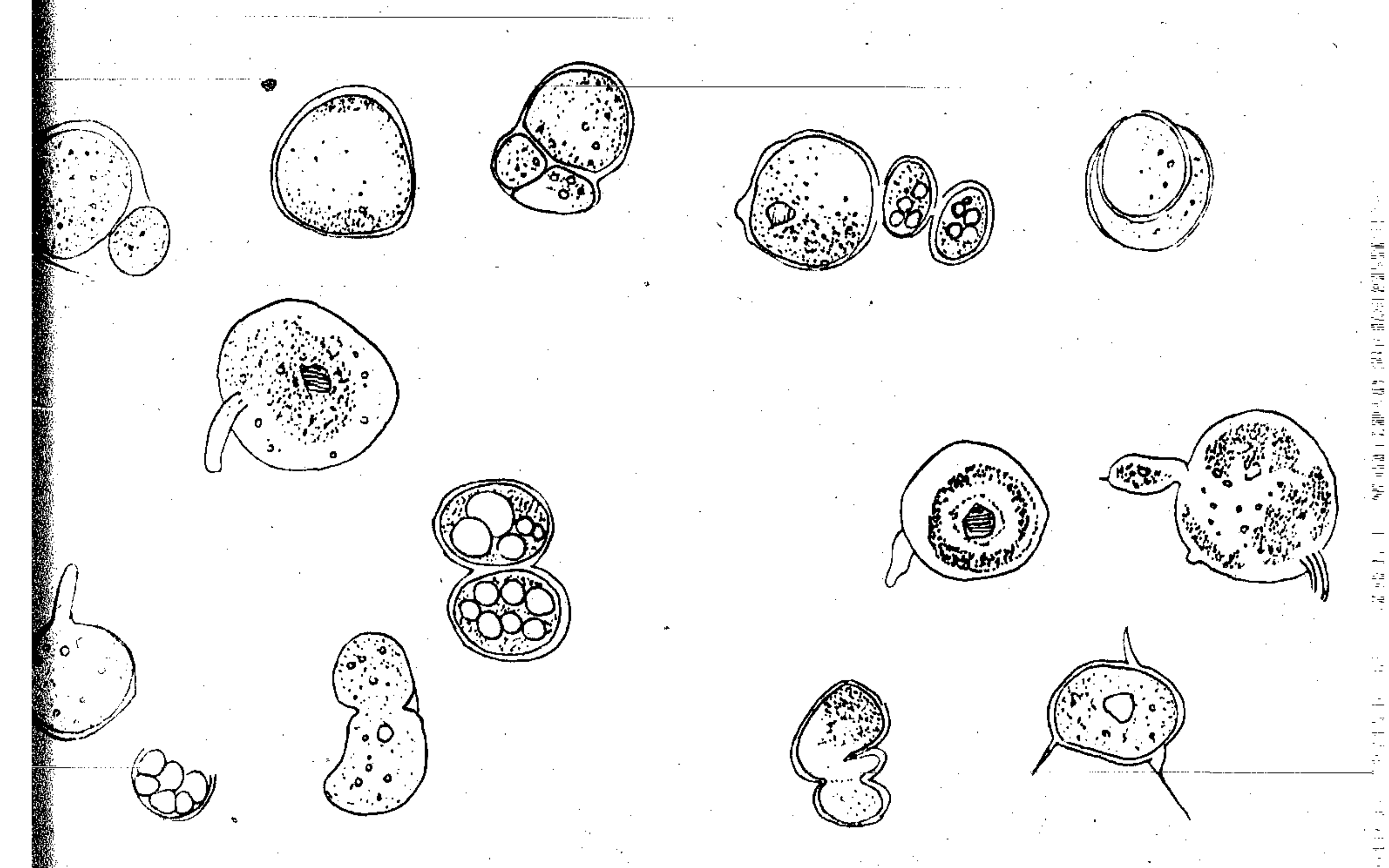


Fig. 50. *S. quadrispina* Chod. (nº 6). Culture sur agar-glycose-peptone. Beaucoup de cellules géantes et de cénobes monstrueux. On voit de gros globules huileux et de gros pyrénoïdes. Les processus épais, latéraux sur les cellules sont des restes d'anastomoses de cénobes. 800 ×.

Pascher a, dans un article plein de bon sens[2]), montré que, chez les Flagellées, des types habituellement à cellules isolées peuvent temporairement constituer des cénobes. L'étude des Volvocacées est aussi là pour nous dire la même chose. Des *Chlamydomonas* aux *Volvox* il y a une série continue. Les *Pandorina* et les *Gonium* peuvent isoler leurs cellules et paraître comme autant de *Chlamydomonas*. De même, parmi les Cystosporées-autosporées, les *Chlorella* peuvent, selon les circonstances, se multiplier par des spores qui restent adhérentes et

[1]) Oltmans, Algen I, Jena (1904), 184.

[2]) Pascher, Ueber einige Fälle vorübergehender Koloniebildung bei Flagellaten, in Ber. d. d. Bot. Ges. XXVIII (1910), 348.

qui passagèrement simulent un *Cœlastrum (Chlorella cœlastroides)* Chod. etc., des *Tetrastrum* peuvent se comporter de même; les *Raphidium* sont disposés en cellules isolées ou fasciculées etc.

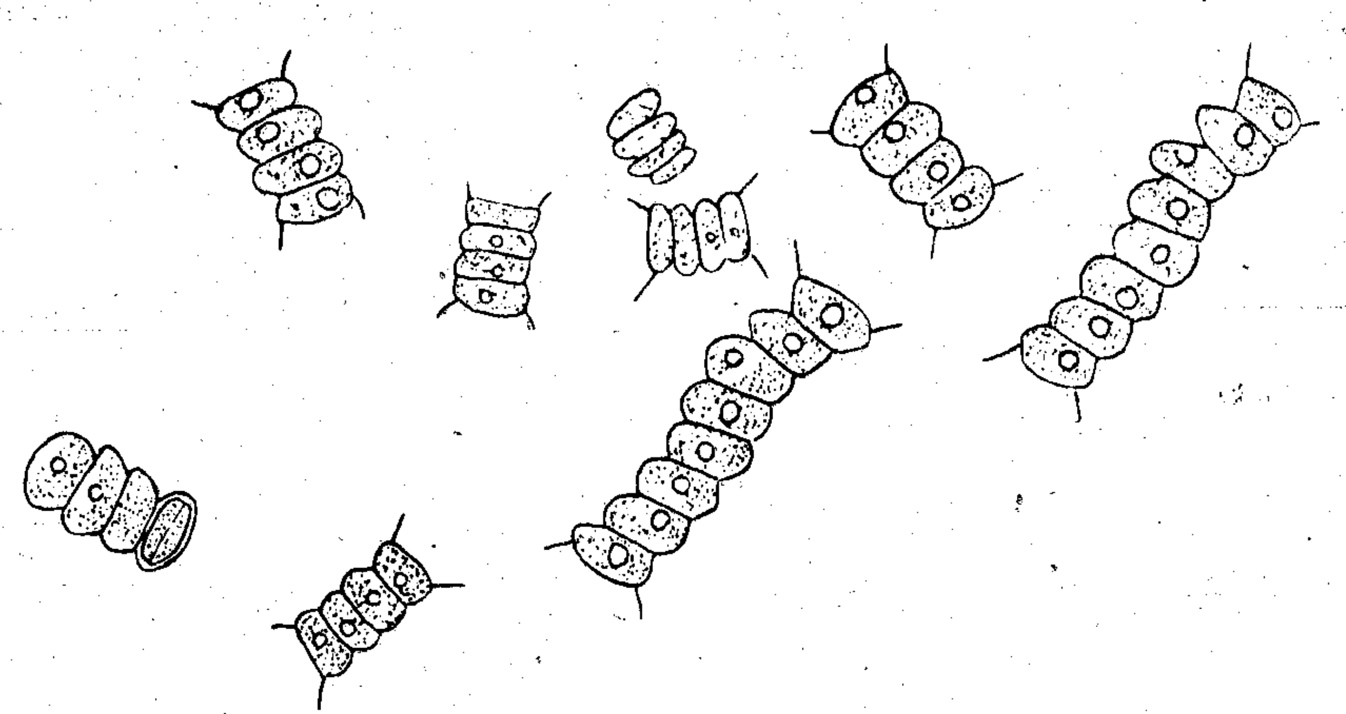


Fig. 51. *S. quadrispina* Chod. Culture dans liquide nutritif inorganique (Detmer 1/3, Fe 0,02%); la majorité des cénobes sont aristés; quelques cénobes inermes (n° 6). 800 ×.

Il n'y a pas lieu de séparer brutalement en deux groupes les Cystosporées-autosporées, d'autant plus que les Scénédesmacées d'Oltmans, les Oocystacées de Wille ont de nombreux représentants dont les cellules sont habituellement isolées: ainsi les *Ankistrodesmus (Raphidium) Actinastrum, Cœlastrum* etc.

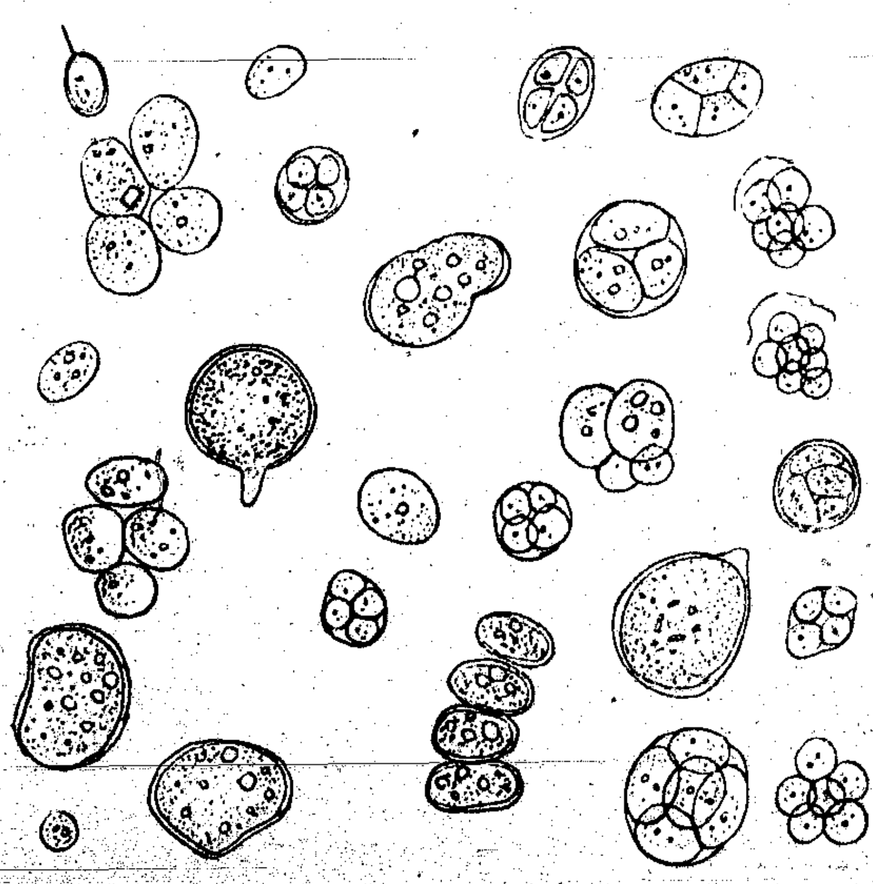


Fig. 52. *S. quadrispina* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. Il y a beaucoup de formes chlorelloïdes; polymorphisme excessif (librement dessiné).

Je reviens à mes anciennes démonstrations aujourd'hui basées sur un matériel beaucoup plus étendu et solidement établies sur l'étude des Algues en culture pure. J'ai montré autre part comment toutes ces algues que j'ai appelées Protococcoïdées se laissent théoriquement ramener à un type central *Chlorella* à

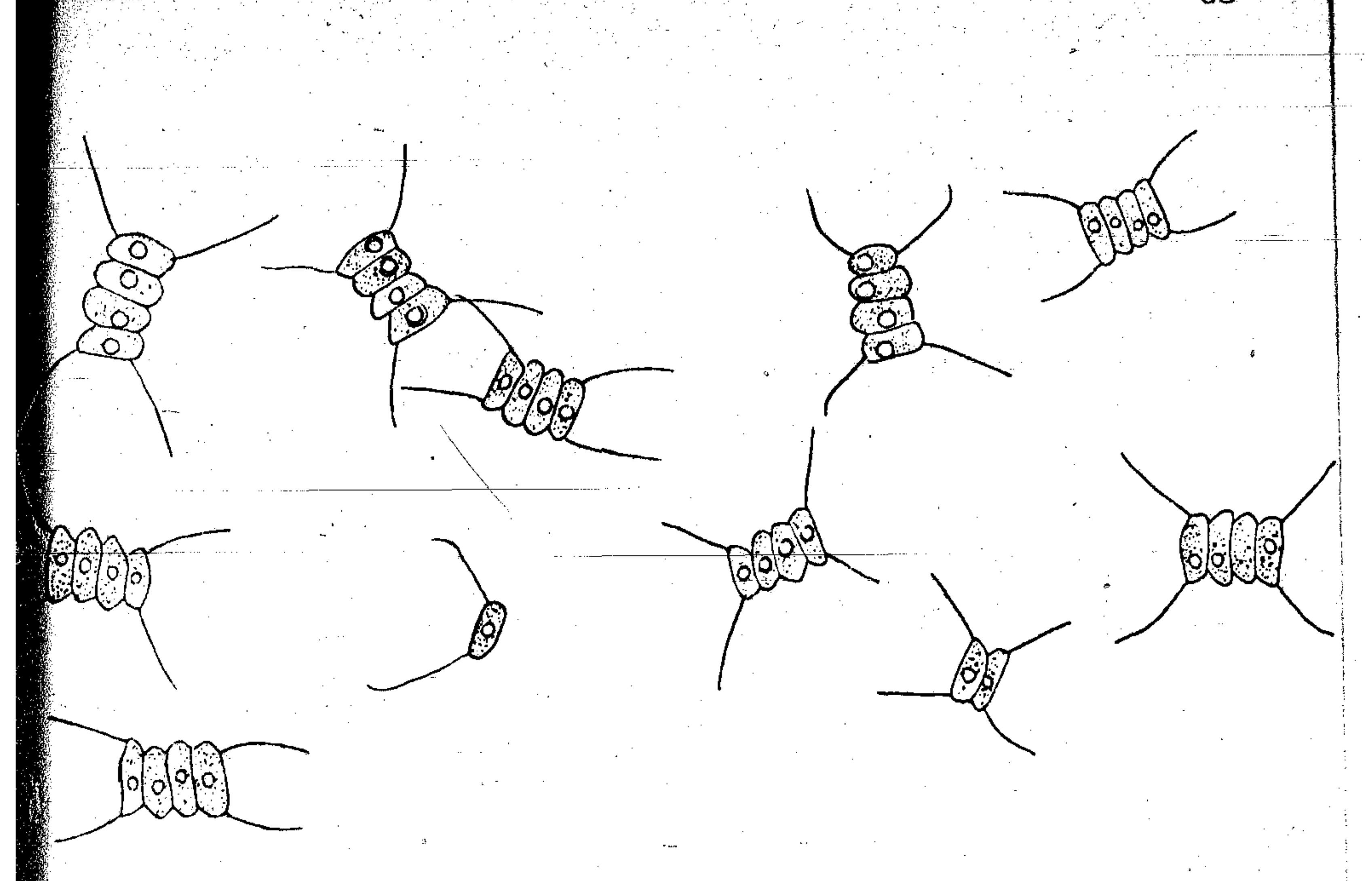


Fig. 53. *S. longispina* Chod. (78). Culture dans liquide inorganique (Detmer 1/3, Fe_2Cl_6 0,02 %). 680 ×.

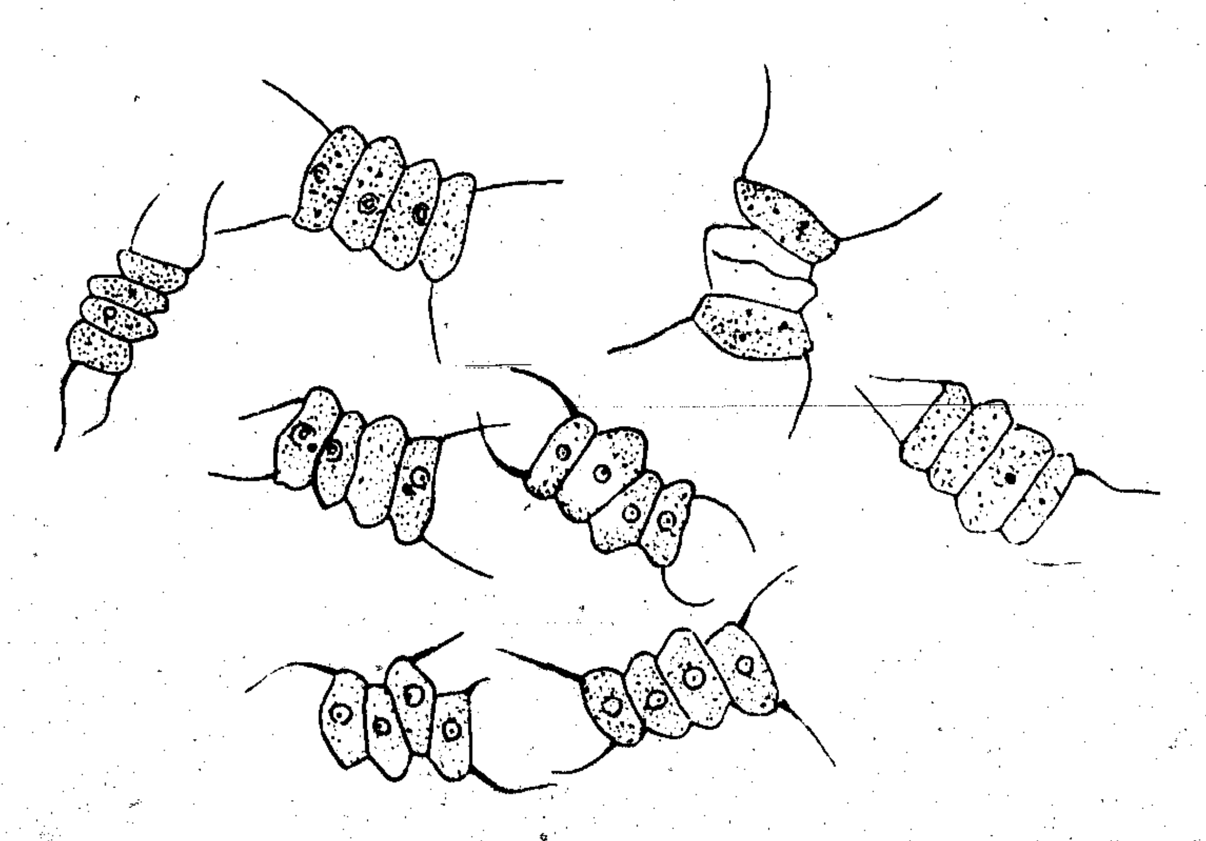


Fig. 54. ***S. longispina*** **Chod. Culture sur agar-glycose. Imm. (nº 82). 800 ×.**

partir, duquel par modification de la forme de la cellule se laissent dériver les genres les plus aberrants: *Chlorella, Oocystis, Golenkinia, Lagerheimia, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Kirchneriella, Tetraëdron, Cœlastrum, Sorastrum* etc. Chez tous la multiplication se fait à l'intérieur d'une cellule mère, mais les spores qui parfois s'arrondissent en prolongeant leur ontogénèse deviennent, selon les circonstances, des autospores qui répètent la forme de la cellule mère ou constituent des autocolonies lorsque, par adhésion momentanée ou définitive, elles restent attachées les unes aux autres. Ce sont des notions que j'ai défendues dans toute une série de travaux pour amener les auteurs à renoncer aux anciennes divisions. Ils ont accepté le terme d'autospores et d'autocolonies, mais n'ont pas cru devoir réunir toutes ces plantes dans le groupe si bien défini des Protococcacées-autosporées. Oltmanns a cru bien faire en créant la famille des Scénédesmacées. Il fallait nettement accepter cette notion que ces plantes ne sont que des Chlorellées à cellules plus habituellement associées que ne le sont les spores des *Chlorella.*

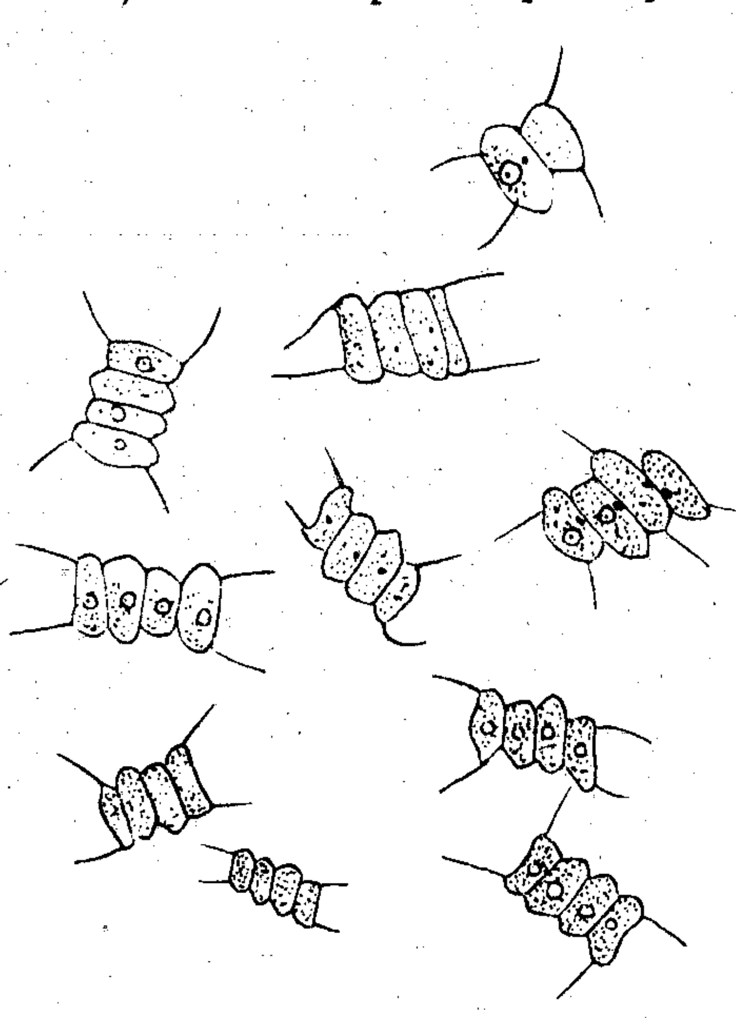


Fig. 55. *S. longispina* Chod. (β). Culture sur agar-glycose. (n° 82). 650 ×.

Wille dans ses «Nachträge» s'en est aussi inspiré en disposant les Protococcacées-autosporées en deux familles: Oocystacées et Cœlastracées. Il admet que les Oocystacées peuvent être considérées comme des Protococcacées réduites, auxquelles manque la production de zoospores. (Vid. l. c. pag. 54.) L'inutilité de cette coupure se démontre par le fait que l'auteur sépare les *Kirchneriella* des Scénédesmacées; *Lagerheimia* se trouve éloigné de *Scenedesmus* et *Tetraëdron* de *Cœlastrum.* Mais cette classification, quelque morcelée qu'elle soit, est en réalité l'acceptation de mes idées sur la phylogénie des Protococcoïdées. Il est grandement à regretter que Wille n'ait pas été conséquent et qu'il ait voulu conserver la famille des Pleurococcacées telle qu'il l'avait définie antérieurement: cellules immobiles, isolées ou groupées en colonies, multiplication par division dans une ou trois directions de l'espace. Il ne reconnaît donc pas

les autospores dans cette famille et cependant la multiplication d'un *Glœotœnium* ne diffère en rien de celle d'un *Oocystis*, celle d'un *Coccomyxa* ne diffère pas essentiellement de celle d'un *Raphidium* ou d'un *Oocystis;* ce sont de vrais Autosporées. Il n'y avait donc pas lieu de conserver cette malheureuse famille des Pleurococcacées qui, depuis la publication du premier système de l'auteur, avait déjà perdu *Stichococcus*, *Acanthococcus*, *Polyedrium (Tetraëdron)*, *Thamniastrum*, *Urococcus* que Wille veut bien maintenant mettre parmi les Oocystacées. Je le demande, que vient faire en cette compagnie le genre *Pleurococcus (Pl. Nœgelii* Chod.*)* à côté de *Coccomyxa* et de *Glœotœnium?* (Vid. pag. 37).

S. nanus est donc une de ces espèces cruciales qui vient par son polymorphisme nous renseigner sur l'amplitude des variations de la famille à laquelle elle appartient: spores arrondies, ellipsoïdes, inermes ou armées, cénobes inermes et armés, en série linéaire ou en série alternante, ou même en faisceau, à cellules égales ou inégales. Mais quelque grande que soit la variabilité de cette espèce, les dimensions restent exiguës et l'espèce se montre incapable de produire sur les cellules marginales de ses cénobes les piquants médians caractéristiques pour les espèces du groupe «*alternans*». Nous avons vu qu'il en est de même pour les *S. quadricauda* Bréb., *S. quadrispina* Chod., *S. longispina* Chod.

Ceux qui n'ont pas compris que, à mon sens, polymorphisme n'est pas synonyme de mutabilité, comprendront cependant maintenant que le *S. quadricauda* des botanistes descripteurs est un complexe qu'il faut résoudre en espèces proprement dites, dont chacune présente une extrême variabilité fluctuante, sans que cette variabilité passe, dans les limites de nos expériences, à une mutabilité. Comme je le disais déjà en 1909, il y a là une contradiction entre nos convictions d'évolutionniste (vue de l'esprit) et les résultats d'une science expérimentale inéquivoque.

Le sujet était déjà suffisamment difficile pour que j'aie pu porter suffisamment mon attention sur la mutabilité à l'intérieur des espèces. Je sais seulement que mes espèces de *Scenedesmus* se maintiennent constantes depuis bien des années avec leurs caractéristiques de culture et de morphologie cellulaire. J'ai plus loin exposé les insuccès d'un essai de modification de caractère chez les *Chlorella*. Sans doute nos expériences ne sont pas suffisantes pour décider de ce point, si les *Scenedesmus* ne pourraient, par l'action d'agents énergiques, être amenés à un affolement qui précéderait la mutation. Mais ce sont là des vues théoriques qui pour le moment ne reposent sur aucune observation. On pourrait aussi discuter sur les causes qui

ont fait naître dans le groupe « *quadricauda* » plusieurs espèces parallèles, différant surtout par la grosseur moyenne des cellules et par leur manière de se comporter vis-à-vis de certains milieux.

Cultivé sur agar-Detmer $^1/_3$, glycose 2 %, le *S. nanus* Chod. forme des colonies vertes qui, au bout de un à trois mois, pâlissent au centre tout en conservant un liseré vert foncé, mais elles conservent plus longtemps leur couleur verte que celles du *S. quadricauda*.

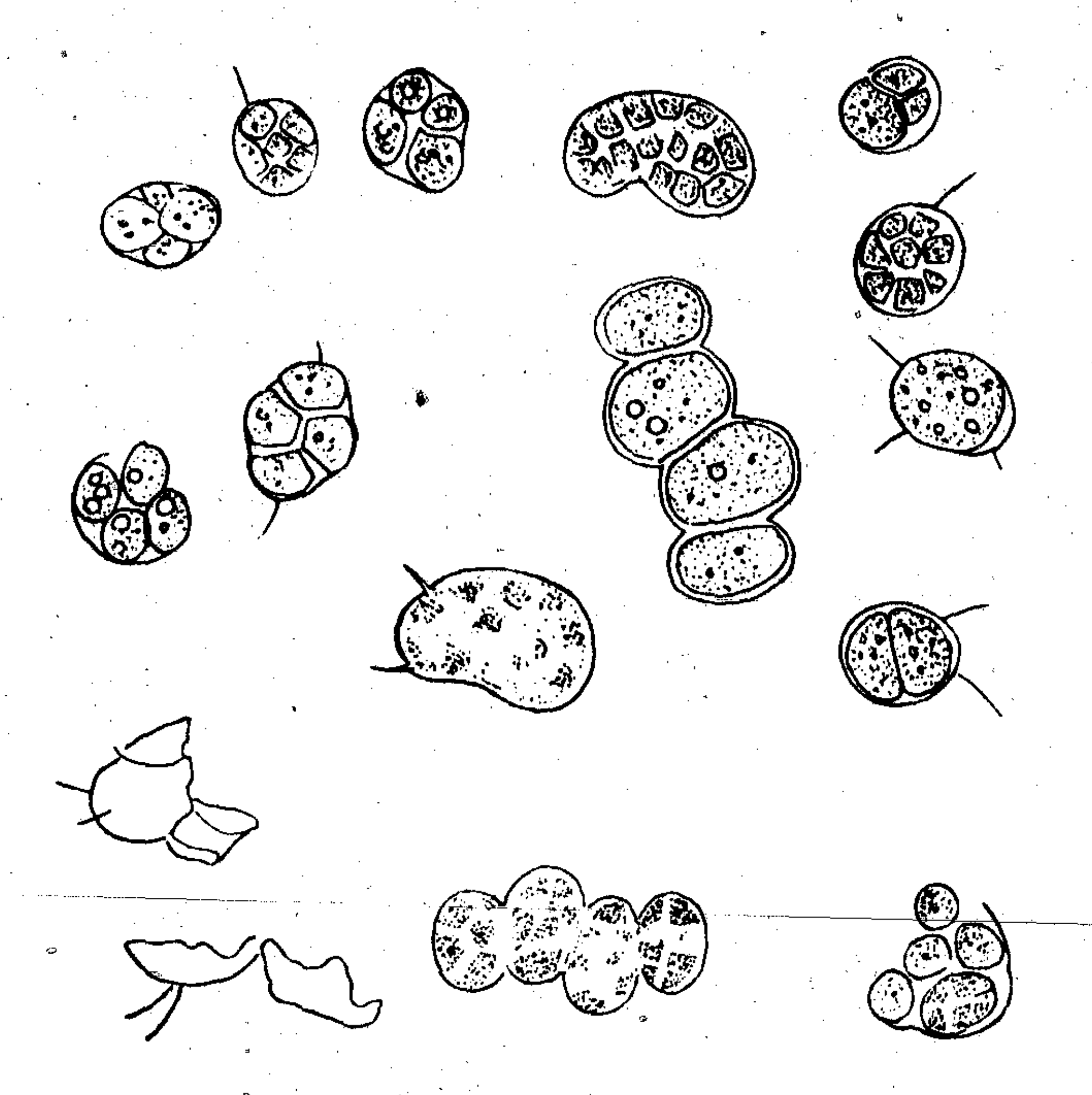


Fig. 56. *S. longispina* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. Beaucoup de cellules isolées; à gauche, membranes vidées. Cénobes et cellules soporifères. Imm. (n° 82). 800 ×.

Au bout de deux mois elles sont encore franchement vertes sur presque toute leur périphérie, le centre est à peine plus pâle. Plus tard (6 mois), ces colonies sont régulières, un peu bombées, légèrement striées de l'extérieur à l'intérieur et d'un gris verdâtre argenté. Le *S. nanus* Chod. liquéfie très activement la gélatine, plus rapidement qu'aucune autre espèce de Cystosporées étudiée comparativement.

Ainsi mes cultures ont fait connaître quatre espèces comprises auparavant sous le nom de *S. quadricauda* Bréb. *var. typicus*.

S. quadricauda (Bréb.) Chod.
S. quadrispina Chod.
S. longispina Chod.
S. nanus Chod.

Il va de soi qu'en mélange, ces quatre espèces ne sauraient être facilement distinguées. Je doute même qu'un habile observateur remarquerait dans la nature les limites spécifiques entre ces espèces. Les plus petits individus du *S. quadricauda* (Bréb.) Chod. sont plus petits que les plus grands du *S. quadrispina* Chod. ou du *S. longispina* Chod. et un passage se verrait aussi entre les plus petites formes de ces deux derniers et les plus grandes du *S. nanus*. La dimension est un caractère comme un autre et à ce point de vue ces espèces sont distinctes. J'ai montré en outre que ces espèces ont chacune un pouvoir de dissocier leurs cénobes qui est différent d'espèce à espèce. La désarticulation est poussée à l'excès chez le *S. nanus* Chod. et comme les arthrospores peuvent être et sont souvent inermes dans cette espèce, elles ne sont, à ce moment plus reconnaissables comme *Scenédesmus*. On a vu aussi combien varie la position et la longueur des piquants, mais malgré cette variabilité extraordinaire nous n'en avons cependant jamais rencontré qui auraient présenté des piquants équatoriaux. Il y a lieu de supposer que nous sommes loin d'avoir décrit toutes les espèces qui sont de cette même affinité. Ainsi, pour ne parler que des formes décrites et figurées qui n'ont pas été rencontrées dans nos cultures, je retiens le *S. quadricauda* var. *maximus* (maximum sphalm.) W. & G. S. West. La dimension est telle qu'elle fait supposer une espèce distincte: *S. maximus* (W. & G. S. West) Chod.

Le *S. quadricauda* Bréb. var. *ellipticus* (ellipticum sphalm.) W. & G. S. West paraît également constituer une espèce nouvelle : la forme des cellules et les longues arêtes sont en faveur de cette interprétation. Dans aucune de nos cultures nous n'avons rencontré de formes semblables. Elles devraient porter le nom de *S. ellipticus* (W. & G. S. West) Chod.

Il en est de même de la var. *insignis* des mêmes auteurs avec sa fine ponctuation qui devient une espèce facile à reconnaître : *S. insignis* (West) Chod. A plus forte raison doit-on maintenir le *S. opoliensis* Richter qui est suffisamment caractérisé par ses cellules acuminées et aussi le *S. carinatus* (Lemm.) Chod., dont il a déjà été question.

Par contre, les cultures montrent que dans ces espèces du groupe «*quadricauda*» les cellules intermédiaires du cénobe peuvent être aussi aristées, la var. *horridus* de Kirchner devient donc un simple état de plusieurs espèces distinctes, confondues jusqu'à présent sous le nom de *S. quadricauda* Bréb.

Quant au *S. dispar* Bréb., caractérisé par des cellules alternativement subpyriformes, il ne peut être maintenu car il a été établi

sur une caractéristique qui est éminemment instable et qui apparaît dans toutes les espèces de *Scenedesmus* de ce groupe. Ce caractère dépend de la manière dont s'est faite la segmentation dans la cellule et de la rapidité avec laquelle s'est produit l'allongement des autospores.

Fig. 57. *S. longispina* Chod. (β) (n° 82). Culture sur agar-glycose-peptone. Début de la culture. 800 ×.

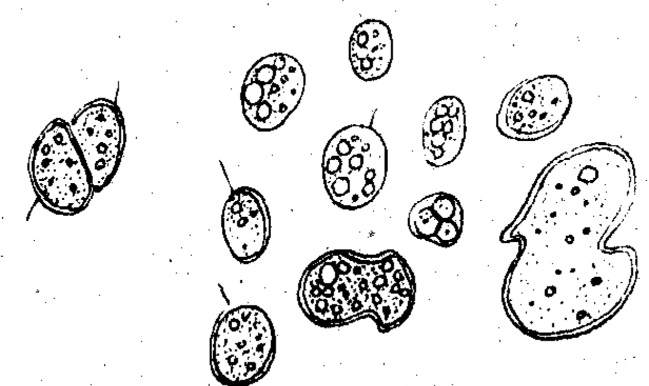
J'ai aussi cultivé cette espèce dans la solution nutritive diluée au $^1/_3$ et additionnée de chlorure ferrique (0,02 %); dans ce milieu liquide ces quatre espèces se laissent facilement différencier:

Le *S. quadricauda* (Bréb.) Chod. y produit des cénobes réguliers quadricellulaires dont les cellules marginales ont une espèce de bec un peu semblable à celui du *S. opoliensis* Richter. Les piquants sont un peu plus longs que les grandes arêtes d'une cellule.

Le *S. quadrispina* Chod. présente des cellules plus ellipsoïdes, proportionnellement plus courtes, aux arêtes plus courtes aussi et qui forment des cénobes comprenant très souvent huit cellules. Les cellules de la marge n'y sont pas rostrées.

Le *S. longispina* Chod. a ses cellules elliptiques oblongues, dont les piquants dépassent de beaucoup le grand diamètre de la cellule: elles sont parfois excessivement longues et délicates.

Le *S. nanus* Chod. y forme des cellules brièvement elliptiques, lâchement réunies et à piquants courts, difficiles à observer.


Fig. 58. Comme fig. 57. 650 ×.

On comprend dès lors que Senn, étudiant dans des conditions qui ne sont pas celles d'une culture pure, ne pouvait obtenir de ses expériences les résultats auxquels il serait certainement arrivé s'il avait pu manier avec facilité ces espèces en culture variée. Il n'a donc pu se rendre compte de la variabilité du *S. quadricauda* Bréb (lato sensu).

Rappellant les expériences de Beijerinck qui a désigné le *S. quadricauda* comme Peptone-Algue, Senn n'admet pas cette conclusion et il a dans une certaine mesure raison. Mais il aurait dû

voir que toutes les espèces de *Scenedesmus* sont grandement favorisées dans leur croissance et leur multiplication par l'addition de peptone à un milieu sucré. Il faudrait donc les appeler saccharo-peptophiles.[1])

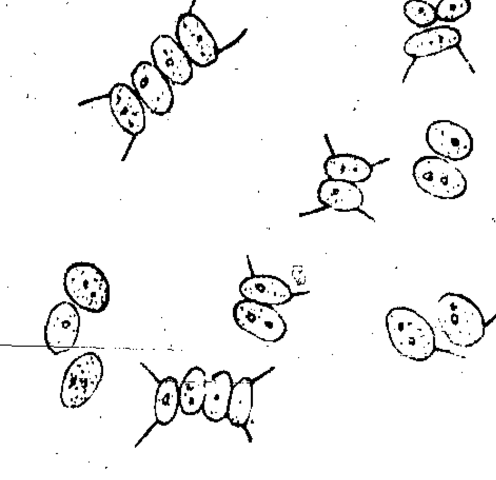


Fig. 59. *S. nanus* Chod. Culture en solution minérale (D. 1/3 et Fe 0,02%) (4 mois). Cénobes aristés et cellules isolées. Imm. 800 ×.

Scenedesmus sempervirens Chod. (nov. spec.)

S. quadricauda var. *abundans* Kirchner Krypt. Fl. v. Schlesien (1898), 98; *S. quadricauda*, forma *hyperabundans* Gutwinski, Bot. C. Bl. 1890; *S. quadricauda* Bréb. forma *abundans* (Kirchn.) Chod., Alg. Vertes (1902) 214, fig. 139a; *S. caudatus* B. Ralfs, Brit. Desmid. (1844) Tab. XXXI, fig. 12g; *Achnanthes quadricaudatus* Ehrb. Infus. pp.

Cette espèce[2]) (fig. 63, 64, 65, 68, 69) a été isolée de l'eau de l'étang de l'Ariana. Cultivée sur agar-glycose (pl. II, fig. 12), elle forme au bout de deux mois des disques un peu festonnés, d'un éclat graisseux. Tantôt ces disques s'étalent sur le milieu, tantôt ils s'élèvent en coussin et même au bout de quatre mois les colonies gardent une teinte vert-pomme sans indication de zone particulière. Comme la morphologie de cette espèce correspond sensiblement à ce qui s'observe dans les *S. flavescens* Chod. et dans le *S. spinosus* Chod. il est intéressant de constater après plusieurs expériences comparatives, faites dans les mêmes conditions, que ce caractère de colonies est constant. C'est d'ailleurs, des trois espèces, celle qui, sur le milieu agar-glycose, croît avec le plus d'intensité. Sur les milieux sans peptone ce *Scenedesmus* produit des cénobes ordinairement quadricellulaires (fig. 63). Les cel-

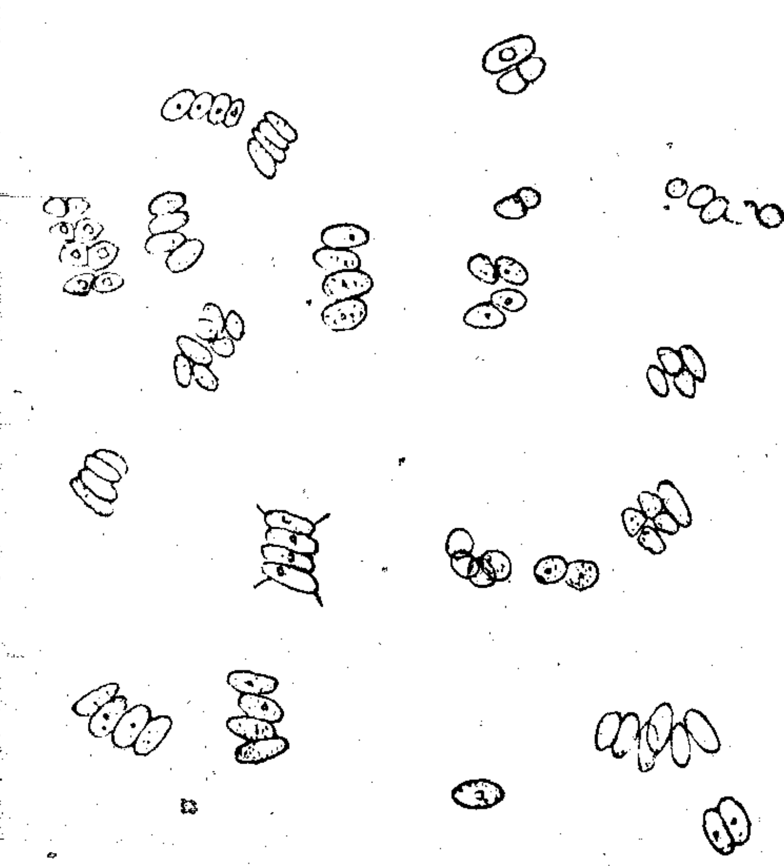


Fig. 60. *S. nanus* Chod. Culture en solution minérale (1 mois). Beaucoup de cénobes dissociés. 650 ×.

[1]) Senn, Coloniebildende Algen, Bot. Zeit. (1899), 36.
[2]) N° 83 de la collection.

lules vues de côté sont oblongues-elliptiques, ordinairement arrondies à leur extrémité. On remarque parfois une espèce de pointe: c'est lorsque, une côte, difficile à voir, qui divise les côtés latéraux s'accentue en une petite arête. Les arêtes des cellules terminales sont tantôt droites tantôt courbées; elles sont toujours plus courtes que la cellule et sont situées au-dessus du sommet. Il y a, dans l'immense majorité des cas, une ou plusieurs arêtes médianes sur les cellules de bordure du cénobe, souvent aussi sur les deux autres cellules, sans que la présence de ces aiguillons latéraux soit nécessairement l'indice de la présence d'arêtes supplémentaires au sommet des cellules intermédiaires. Il y a à ce point de vue la plus grande variation. Les arêtes

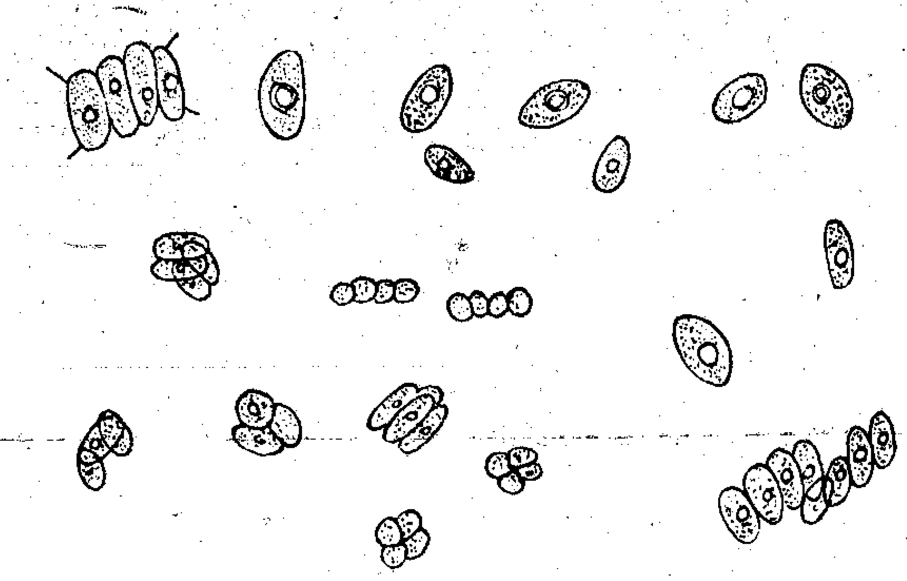


Fig. 61. *S. nanus* Chod. Culture sur agar sans sucre. Cénobes aristés, inermes et cellules isolées. Imm. 800 ×.

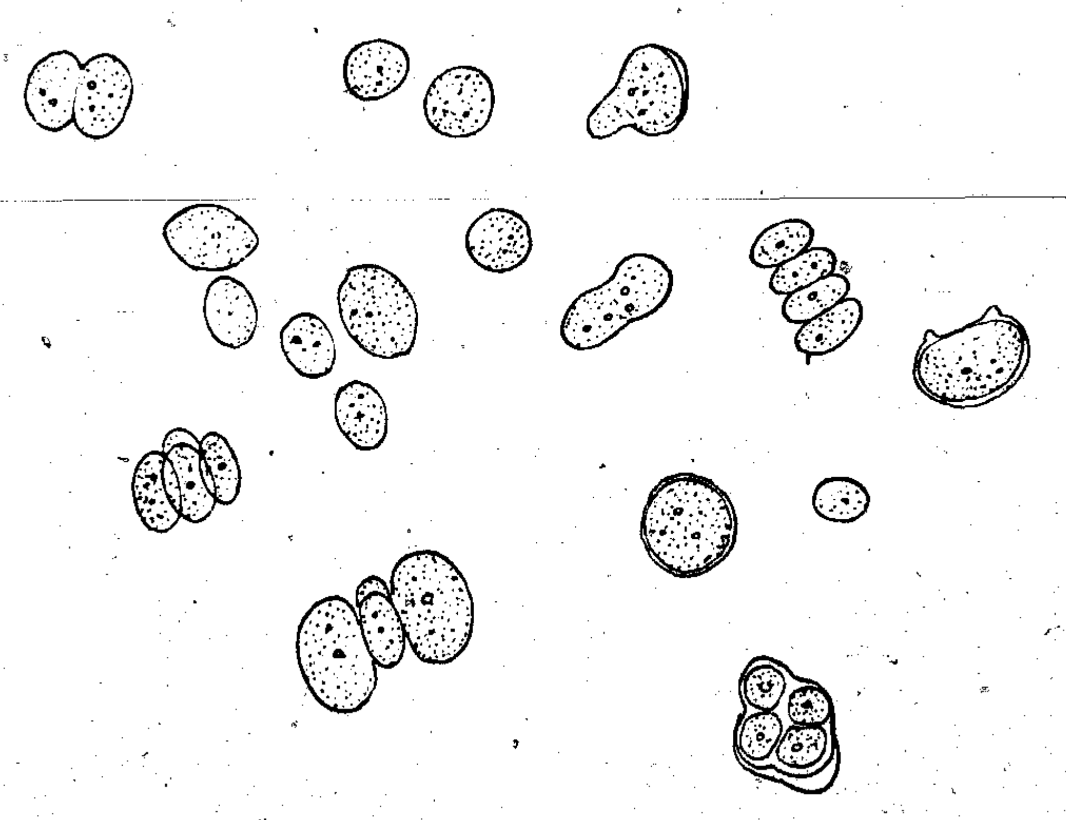


Fig. 62a. *S. nanus* Chod. Vieille culture (4 mois) sur agar-glycose. La majorité descellules isolées. Exposée à la lumière directe. 800 ×.

terminales sur les cellules intermédiaires sont tantôt aussi longues que les arêtes normales ou beaucoup plus courtes, terminant, mais au-dessous du sommet de la cellule, la côte dont il a été parlé. Lors-

qu'il y a plus d'une arête, celles-ci donnent à ces cellules intérieures un sommet irrégulièrement bifurqué ou trifurqué. Alors ces arêtes sont plus courtes. Il va de soi, mais on ne saurait trop le répéter, que les cénobes sont bicellulaires, quadricellulaires, à série linéaire de cellules ou à séries alternantes. Par l'emploi des colorants on peut mettre en évidence, autour des cellules un mucilage en enduit mince, à structure rayonnée qui remplit les vallécules et recouvre les côtes. Les dimensions sont: $^{12}/_{4}$, $^{10}/_{3,5}$, $^{10}/_{4}$, $^{6}/_{3}$ μ.

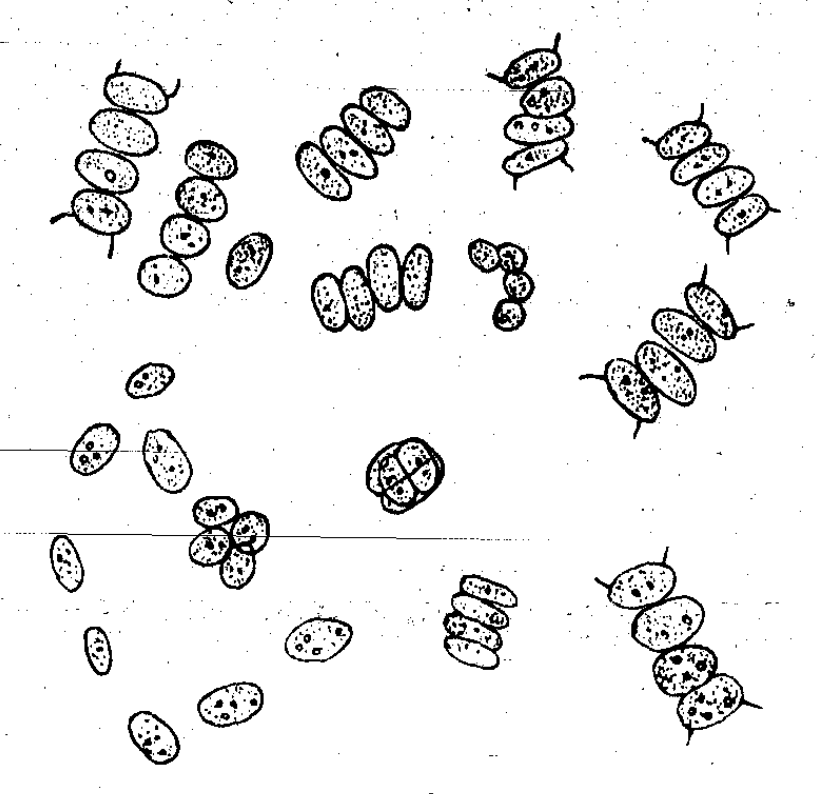


Fig. 62 b. *S. nanus* Chod. Culture sur agar-glycose. Imm. 800 ×.

Déjà dans les cultures sur agar-Detmer $^{1}/_{3}$ et sur le même milieu additionné de glycose 2%, on trouve bon nombre de cellules isolées, inermes ou armées. Mais c'est surtout dans les cultures sucrées et additionnées de peptone (fig. 68, 69) que se manifeste la tendance à la désagrégation du cénobe, c'est-à-dire à l'arrondissement des cellules, au retour à l'état chlorelloïde. Il va de soi que l'algologue ne saurait reconnaître ces formes comme appartenant à la même espèce sans en avoir établi la filiation. Beaucoup de cellules deviennent monstrueuses, se remplissent de graisse, le chromatophore devient indistinct, mais il est rare de trouver des cellules parfaitement sphériques; elles trahissent toujours leur origine par une défor-

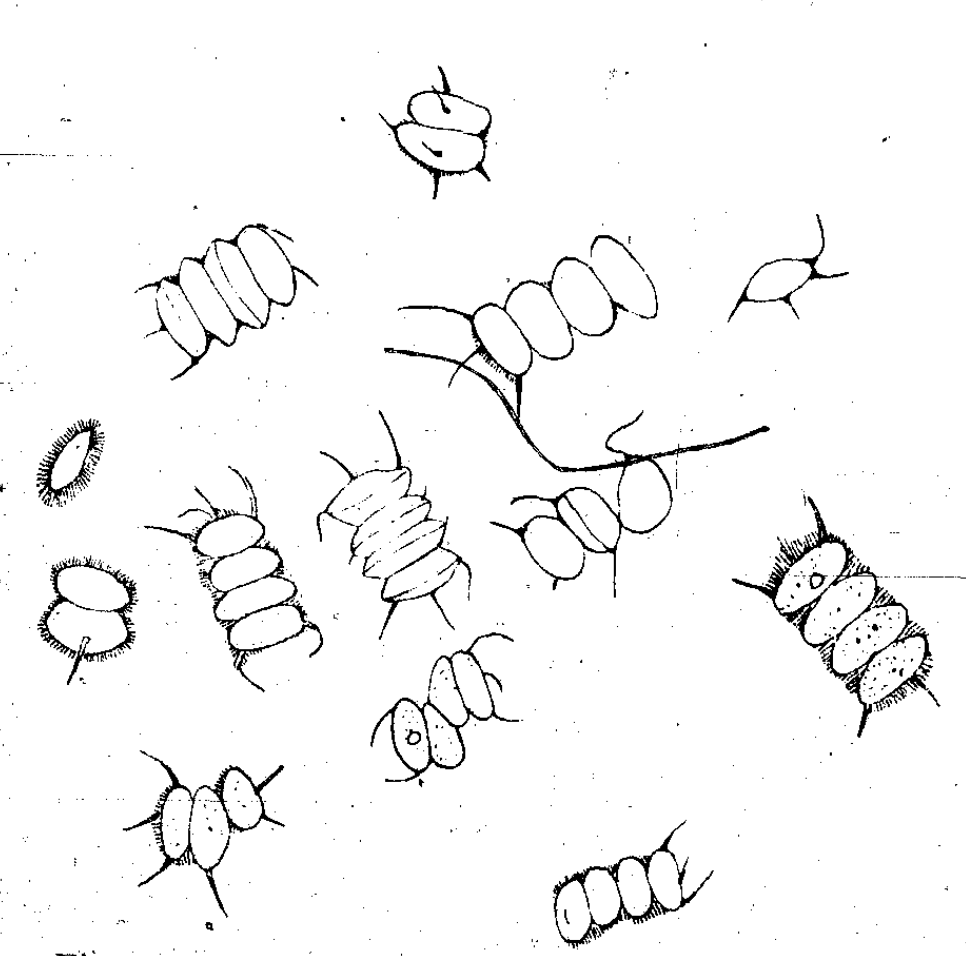
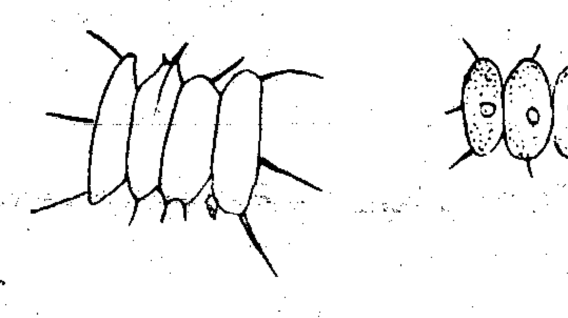
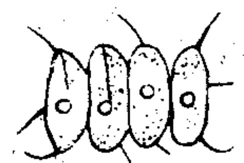


Fig. 63. *S. sempervirens* Chod. Culture sur agar sans sucre. On voit la côte longitudinale de chaque cellule; le traitement à la fuchsine phéniquée décèle la structure de la gelée, indiquée autour de quelques cellules ou de cénobes. Imm. 800 ×.

mation, un bouton latéral, etc. A cet état elles se reproduisent par spores arrondies du type *Chlorella*.

Ces formes sont sans doute rares dans la nature ; il faut cependant se souvenir que dans les étangs et en particulier dans des étangs où se décomposent des matières organiques, des formes analogues peuvent se rencontrer. Mais là n'est pas l'important. Nous avons voulu constater que cette espèce, elle aussi, peut être amenée à un état chlorelloïde par une nourriture appropriée.





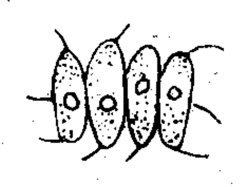


Fig. 64. *S. sempervirens* Chod. Comme fig. 63, mais sans traitement à la fuchsine. Imm. 800 ×.

Scenedesmus spinosus Chod. (nov. spec.)

J'ai réuni sous ce nom deux races (fig. 70—74) qu'on ne distingue que par la comparaison très attentive des cultures. Jamais dans ma collection je n'identifie deux algues obtenues à partir de triage différent. Si elles se comportent de même et que leur morphologie paraisse identique, je les conserve sous le même nom mais avec une numérotation différente. Il se peut en effet que mieux étudiées elles se montrent distinctes à un point de vue particulier et j'ai alors la garantie d'expérimenter à ce propos deux lignées pures. Les deux races dont il est question ici se ressemblent au point de vue de la morphologie cellulaire, mais l'une (n° 74), dans les milieux liquides, isole plus faci-

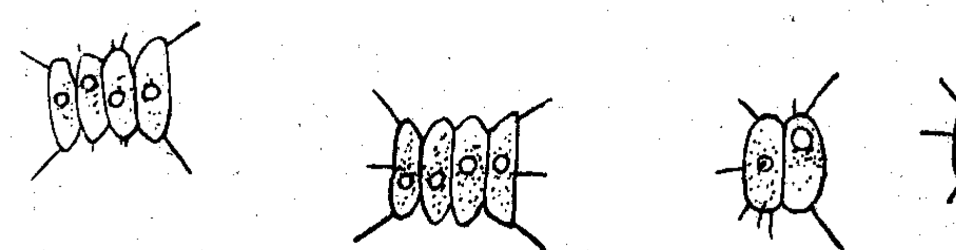


Fig. 65. *S. sempervirens* Chod. Culture dans liquide nutritif minéral. 680 ×.

lement ses cellules que l'autre. Cependant la seconde, qui croît mieux dans la solution nutritive ferrugineuse, y montre un polymorphisme moindre. C'est donc une variété physiologique du *S. spinosus:* forma *soluta* (n° 73).

La culture sur agar-glycose est vigoureuse (pl. II, fig. 7). Bientôt elle jaunit au centre et finit par devenir jaune canari, mais cette teinte jaune pâlit rapidement et au bout de quelques mois les colo-

nies, restées vertes au bord, ont leur surface grise avec une teinte légèrement rousse. Comparée aux autres espèces de ce groupe, elles manifestent une plus grande vigueur des cultures.

La forme des cellules sur agar-glycose n'est guère différente de celle du *S. sempervirens* Chod. Je n'ai cependant pas réussi à voir de côtes latérales et le sommet des cellules est ordinairement plus nettement arrondi. Mais la différence la plus saillante est que sur le même milieu (glycose et peptone) le *S. spinosus* n'arrondit guère ses cellules. Ces dernières y perdent leurs arêtes, c'est-à-dire

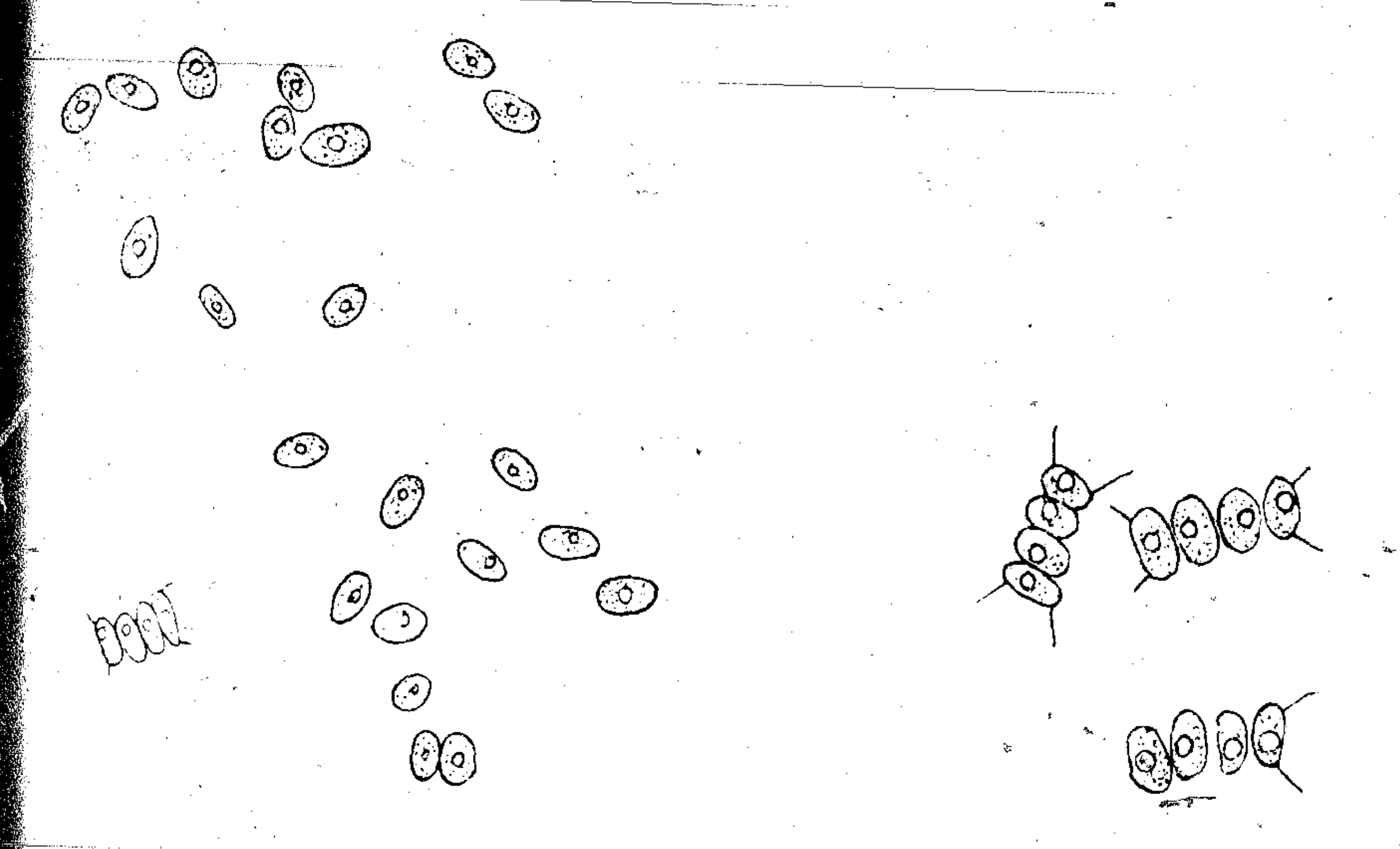


Fig. 66. *S. nanus* Chod. Culture sur Detmer-agar. Cellules dissociés. 800 ×.

Fig. 67. *S. nanus* Chod. Liquide Detmer $^1/_3$, Fe_2Cl_6 0,02 %. 800 ×.

les nouvelles cellules qui se sont formées sur ce milieu sont dépourvues de piquants. Mais il reste beaucoup de cénobes du type *S. obtusus*. Les cellules arrondies ne manquent pas, mais elles sont relativement rares (nº 73).

J'ai étudié plus particulièrement la cytologie (fig. 75–76) de cette espèce. Le noyau qui a été souvent confondu avec le pyrénoïde (Vid. Ch. Chamberlain, Methods in Plant Histology, p. 130, fig. 27), est petit; il est ordinairement situé près du pyrénoïde. Sa chromatine est représentée par un globule unique ou par une aggrégation de granules, sans qu'on puisse distinguer autre chose. C'est un peu ce que Hartmann a constaté dans le noyau des Protistes et qu'il appelle Caryosomkerne, monoergide[1]).

[1]) Hartmann, Die Konstitution der Protistenkerne. Jena (1901) 4, 5 et 15.

Il serait intéressant de poursuivre les curieuses observations de M. J. Boye Peterson[1]), qui a mis en évidence sur les membranes de plusieurs espèces de *Scenedesmus* des sortes de projections accessoires, en les colorant par la méthode de Lœffler (coloration des cils des bactéries); il ne peut s'agir ici que d'une organisation particulière de la gelée sécrétée par la membrane. J'ai décrit des apparences analogues à propos du *S. obtusiusculus* et du *S. sempervirens* (Vid pag. 49 et 63).

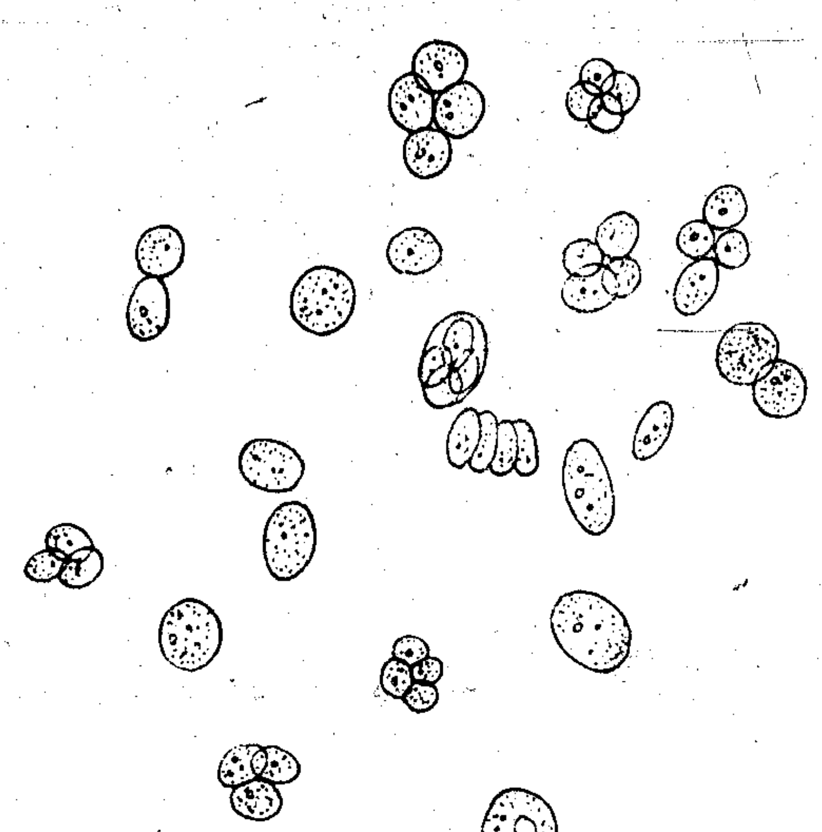


Fig. 68. *S. sempervirens* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. Cellules isolées inermes; cellules chlorelloïdes. 650 ×.

Scenedesmus flavescens Chod. (nov. spec.)

Cette espèce (fig. 77-78) isolée de l'eau de l'Ariana[2]) entre également dans l'espèce collective *Scenedesmus* var. *abundans*. Elle diffère de ses congénères par ses disques qui, sur agar-glycose jaunissent très vite et par le fait que cultivée dans les mêmes milieux liquides additionnés de chlorure ferrique (0,02%) elle ne dissocie pas ses cellules. Les colonies sur agar-Detmer[1] à glycose 2% jaunissent très vite et conservent cette teinte jaune longtemps, trois mois et plus. Comparées à celle du *S. sempervirens* Chod. et *S. spinosus* Chod., ces cultures apparaissent au premier abord comme distinctes par leur couleur (Pl. II, fig. 8).

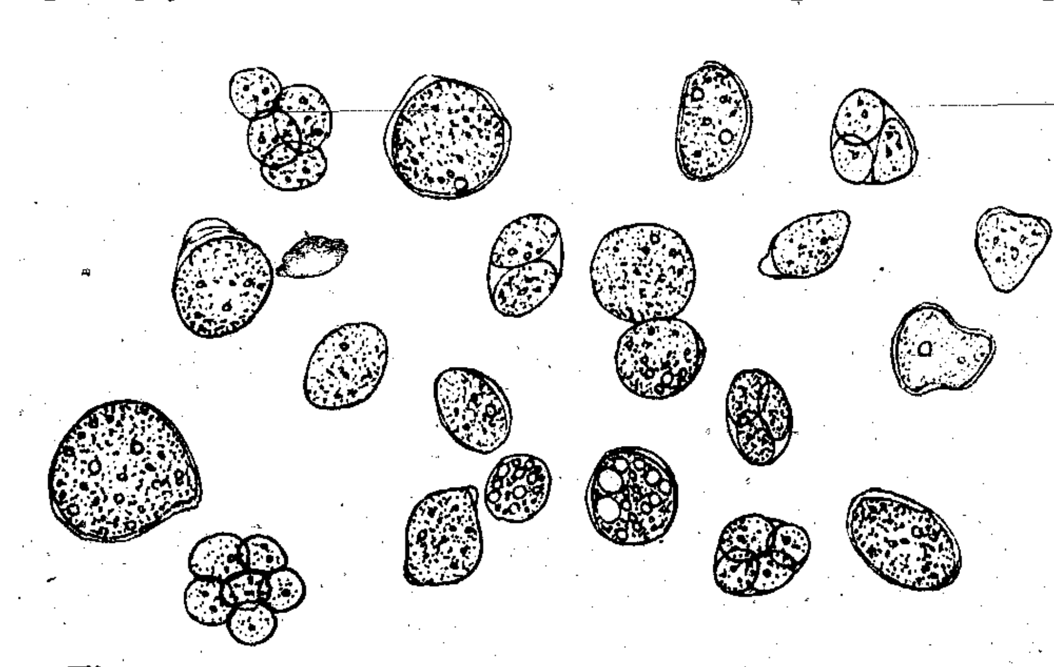


Fig. 69. *S. sempervirens* Chod. Vieille culture sur agar-glycose-peptone. Majorité de cellules chlorelloïdes. 800 ×.

[1]) Peterson, on the tufts of bristles in *Pediastrum* and *Scenedesmus*, Bot. Tidskrift, 31 (1911), 161.

[2]) N° 79 de la collection.

Sur agar-Detmer $^1/_3$ il y a déjà une grande variabilité; outre les cellules du type *abundans*, il en est de grosses, ventrues, munies d'un seul piquant, des cellules isolées arrondies sans piquant. Lorsqu'il y a des arêtes supplémentaires équatoriales, ces dernières sont plus courtes que les terminales. On observe aussi, dans les cultures liquides que souvent les cellules médianes forment de fines arêtes terminales. Ces trois dernières espèces *S. sempervirens* Chod, *S. spinosus* Chod., *S. flavescens* Chod. correspondent évidemment dans leur morphologie cellulaire avec ce que Ralfs a désigné sous le nom de *S. quadricauda* Bréb. *b* et que Kirchner appelle *S. quadricauda* Bréb. var *abundans* Kirchn.

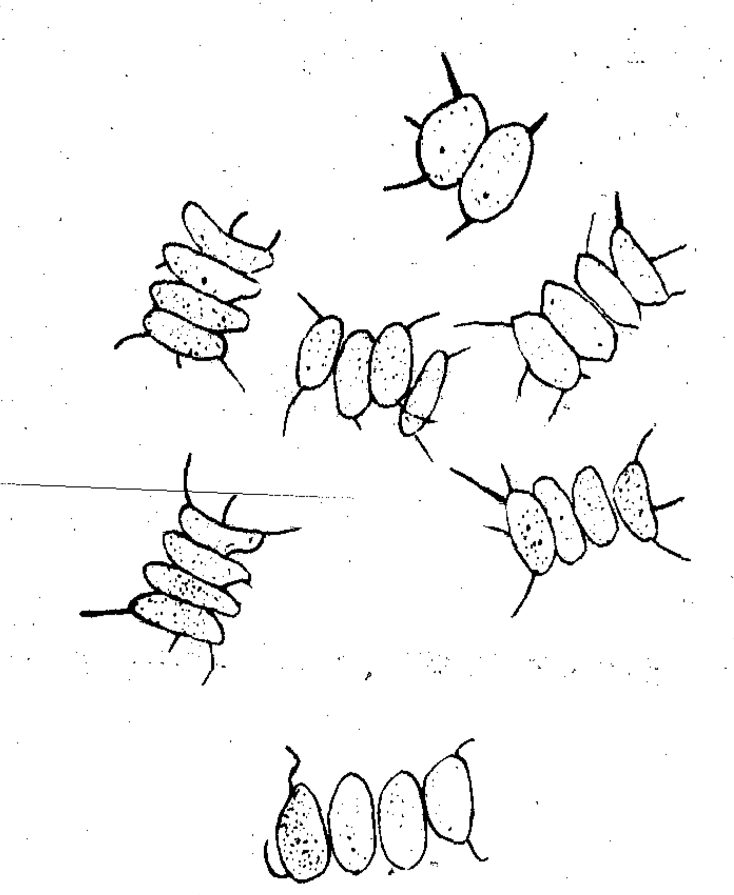


Fig. 70. *S. spinosus* Chod. (nº 73). Culture dans le liquide Detmer $^1/_3$, Fe_2Cl_6 0,02%. Imm. 800 ×.

Quoique j'aie examiné des milliers de cellules en culture pure des quatre espèces qui se groupent autour du *S. quadricauda* Bréb., jamais je n'en ai rencontré sur lesquelles on trouverait un piquant équatorial ni sur les cellules marginales ni sur les cellules centrales. Les anciennes cultures de Beijerinck, Chodat, Senn quoique incomplètes, n'ont pas donné lieu à la supposition que le *S. quadricauda* Bréb. pourrait varier en donnant, en plus des arêtes polaires des cellules marginales ou des arêtes polaires des cellules médianes (status *horridus* nob.), naissance à des piquants équatoriaux.

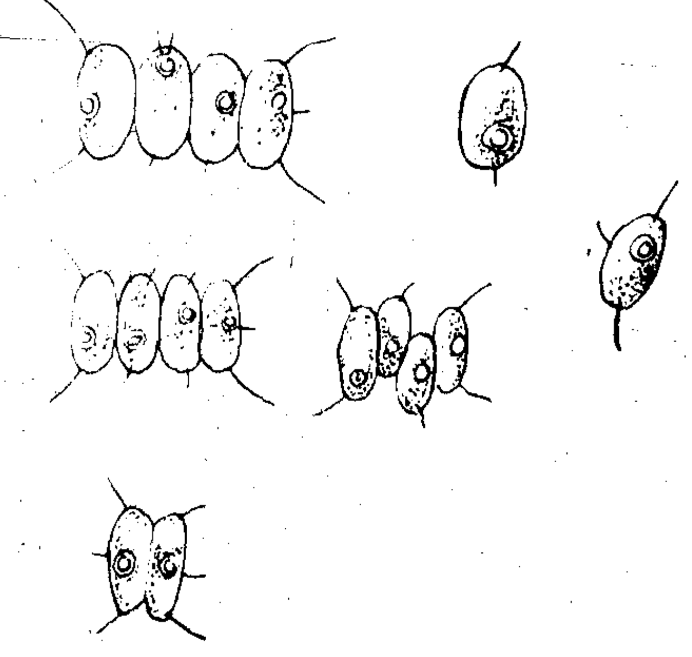


Fig. 71. *S. spinosus* Chod. (nº 73). Comme fig. 70, mais librement dessiné.

Les espèces qui viennent d'être décrites ont été isolées du même étang à canards qui nous a fourni les *S. wisconsinensis* Chod., *S. longispina* Chod. et qui contient aussi le *S. falcatus* Chod. Ces sélections ont donc montré qu'il faut séparer définitivement le type *S. abundans* (Kirchn.) Chod. du *S. quadricauda* Bréb., que de ce type on peut trier trois espèces élémentaires et que

tout ceci a été à tort réuni par les auteurs en une seule espèce. Mais il faut insister sur ce fait que c'est bien plus par le mode de croissance des cultures et par la couleur de ces dernières que ces trois espèces élémentaires peuvent être reconnues. Il y a tout d'abord une espèce bien distincte formant sur agar-glycose de grands disques verts ressemblant à ceux du *Chlorella vulgaris*, tandis que dans les mêmes conditions les deux autres espèces forment des colonies plus petites. C'est notre *S. sempervirens*.

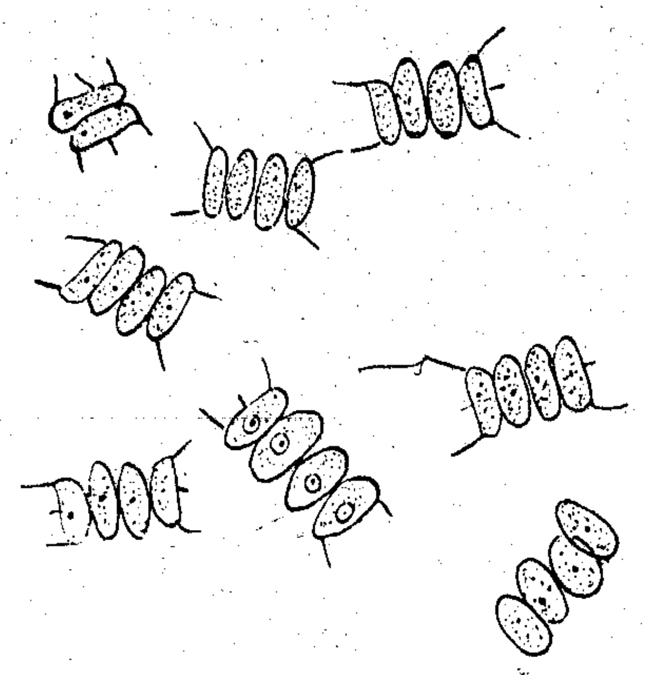


Fig. 72. *S. spinosus* Chod. (n° 73). Culture sur agar-glycose. 650 ×.

Sous le nom de *S. flavescens*, j'ai détaché de cette espèce une forme (n° 79) qui sur agar-glycose jaunit rapidement (pl. II, fig. 8); on observe cette chlorose même sur agar-glycose-peptone où les colonies deviennent vert herbe alors que sur ce même milieu les autres restent plus foncées. Dans les solutions nutritives liquides les cénobes restent ordinairement non dissociés.

Le *S. spinosus* Chod. (nos 73 et 74) forme facilement, sur les milieux liquides, des piquants surnuméraires comme on l'a décrit pour le *S. quadricauda* f. *hyperabundans* Gutwinski. Dans ce milieu liquide il isole facilement ses cellules.

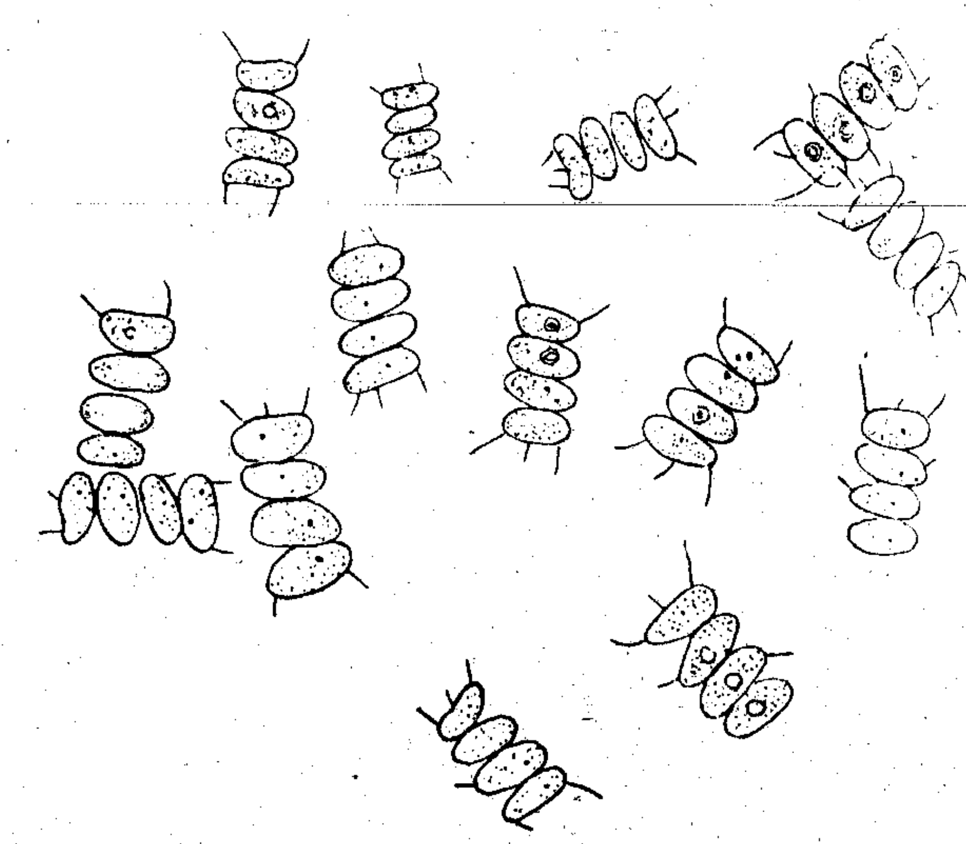


Fig. 73 et 74. *S. spinosus* Chod. (n° 73). Culture sur agar-glycose. 680 ×.

Il va sans dire que ce sont là des espèces élémentaires que l'analyse, au microscope, du matériel récolté dans la nature, ne permettra pas de reconnaître. A ce point de vue il faut les réunir en une espèce collective linnéenne : *S. abundans* (Kirchn.) Chod.

Les Matières protéiques et les Scenedesmus.

Le premier qui ait constaté la liquéfaction de la gélatine par les *Scenedesmus* est Beijerinck [1]) D'après lui, *S. acutus* liquéfie fortement. Si on augmente la concentration en substances nutritives, les cellules perdent leur apparence aiguë, s'arrondissent ou deviennent elliptiques. La liquéfaction ne se ferait selon cet auteur que lorsque le milieu est pauvre en substances nutritives. Sur agar il n'y aurait qu'une croissance imperceptible; dans les solutions nutritives minérales, sans matière organique il n'y aurait aucune croissance. Il en conclut: « Aus mehreren Versuchen muss ich ableiten, dass für *Scenedesmus* nur Peptone (und vielleicht auch Amide) als Stickstoff-Quelle fungieren können, während Ammonsalze und Nitrate untauglich sind. Zucker, z. B. Rohrzucker, Glycose und Maltose können in Gegenwart von Peptonen assimiliert werden. Ein schnelles Wachstum findet dabei nicht statt und selbst schon geringe Zucker-Beimischungen (5 % und mehr) sind in Nährflüssigkeiten schädlich. » A quoi il faut faire remarquer que sans doute les insuccès que Beijerinck a obtenus à partir des solutions nutritives minérales proviennent du fait qu'il n'a pas ajouté la quantité de fer nécessaire. Dans nos expériences, les liquides nutritifs qui contiennent très peu de fer sont incapables de permettre le développement de cette algue. Si au contraire à ce liquide nutritif, par exemple Detmer $^{1}/_{3}$ à $^{1}/_{10}$, on ajoute des quantités croissantes de chlorure ferrique, on verra

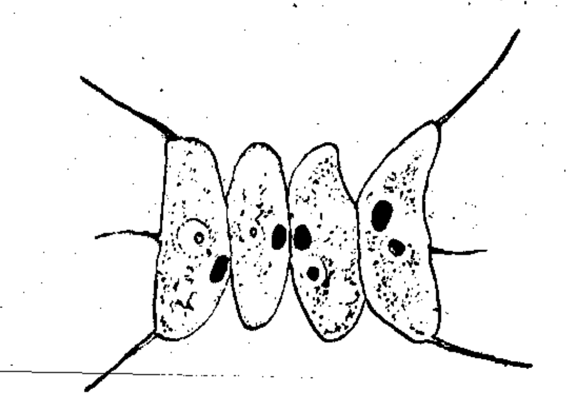


Fig. 75. *S. sempervirens* Chod. Traité à l'hématoxyline Delafield. On voit distinctement le noyau en noir et le pyrénoïde entouré d'une auréole.

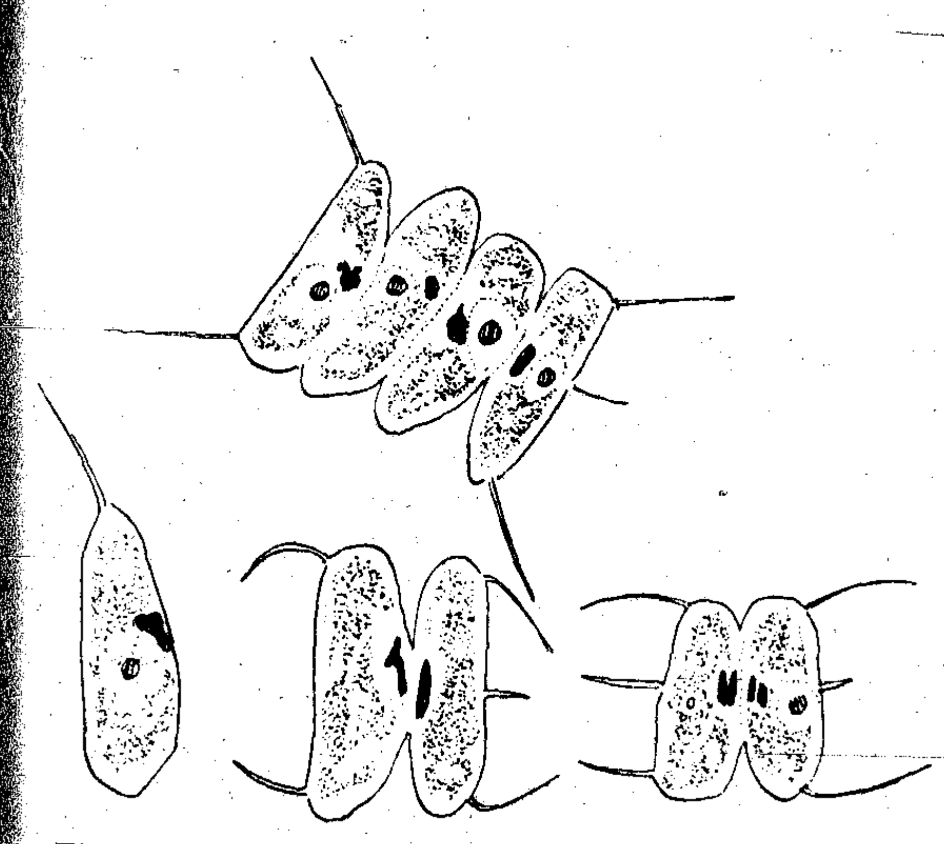


Fig. 76. *S. sempervirens* Chod. Comme fig. 75. A la place du noyau on voit la chromatine représentée par un ou deux granules. 1700 ×.

[1]) Beijerinck, Kultur-Versuche mit Zoochlorellen, Lichenen-Gonidien und anderen niederen Algen, Bot. Zeit. 48 (1890), 729.

que l'intensité du développement va croissant de 0,005% jusqu'à 0,02%; une dose plus forte retarde le développement; moins de 0,005% empêche la multiplication. D'autre part l'action des sucres, mise en doute par **Beijerinck**, est excessivement accélérante et nous avons trouvé constant que l'addition de glycose de 1 à 5% favorise la croissance. De toutes ces expériences de **Beijerinck** il n'y a donc à retenir que ce qui concerne la liquéfaction de la gélatine et l'arrondissement des cellules pendant ce phénomène. **Grintzesco**, dans un travail qu'il a fait sous ma direction, s'est aussi occupé de cette question.[1] Il a constaté la liquéfaction de la gélatine aussi bien dans les milieux additionnés de sucre que dans la gélatine sans sucre. Selon lui la liquéfaction est plus lente dans le milieu non additionné de substances nutritives. Le glycose et même la peptone faciliteraient la liquéfaction. Ces résultats ne sont pas identiques à ceux qu'on obtient pour d'autres algues en culture pure.

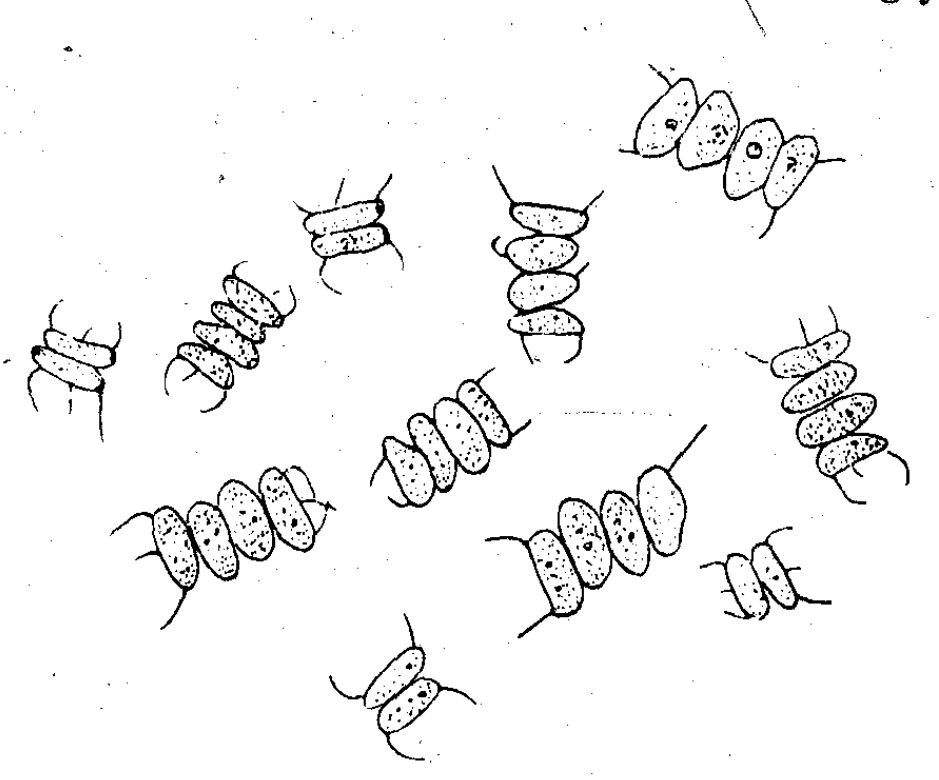


Fig. 77. *S. flavescens* Chod. Culture sur agar-Detmer. Immers. 800 ×.

Fig. 78. *S. flavescens* Chod. Culture dans liquide inorganique (librement dessiné).

Lorsqu'une bactérie liquéfie la gélatine on suppose qu'elle sécrète un ferment protéolytique. Ce ferment a été mis en évidence dans plusieurs cas. On pouvait supposer que l'action de ce ferment serait seulement de modifier l'état physique de cette matière protéique et de lui faire perdre sa consistance gélatineuse. On peut aussi se demander si l'action de ce ferment s'exerce dans le sens d'une vraie peptonisation. J'ai examiné le cas du *Scenedesmus quadricauda* qui en peu de semaines arrive à liquéfier toute la gélatine du milieu de culture. S'agit-il dans cette liquéfaction d'une dégradation

[1] **Grintzesco**, **Scenedesmus acutus Meyen, Bull. de l'Herbier Boissier (1902), 268, 267 et ss.**

produite par une pepsinase ou par une peptase, c'est-à-dire l'hydrolyse de la gélatine ne va-t-elle que jusqu'aux peptones ou se poursuit-elle au-delà de ce stade jusqu'à la formation de produits définis, les peptides. Au cours de mes recherches sur les ferments oxydants[1]) j'ai trouvé que la tyrosinase associée au p. crésol devient, en présence des produits de la protéolyse, un remarquable réactif de cette dernière. En effet ce ferment oxydant agit sur le p. crésol en présence de l'air pour l'oxyder en un pigment jaune d'or. Si on additionne au p. crésol une quantité déterminée d'acides aminées telles que glycocolle, leucine, phénylalanine, phényl-glycocolle ou tyrosine, la réaction passe rapidement au rouge puis vire au bout d'un temps, variable pour les divers acides aminés, au bleu intense avec dichroïsme rouge magnifique. Les mélanges de polypeptides, qu'on appelle peptone rougissent seulement le réactif; la formation du pigment rouge peut être très forte, mais il n'y a pas d'inversion au bleu même après vingt-quatre heures. Si donc la dégradation de la matière protéique n'a été poussée que jusqu'au stade peptone, la coloration rouge sera intense; si au contraire cette dégradation a été menée jusqu'à la production d'acides aminés (glycocolle, phénylalanine, dipeptides etc.) on verra se faire une coloration rouge puis une inversion au bleu.

On opérera de la manière suivante: préparer d'une part une solution à 1 sur 250 de p. crésol, d'autre part une solution de tyrosinase de pomme de terre à 0,5 sur 20 ccm. d'eau. Dans une série d'éprouvettes A B C D on versera, les quantités suivantes (il faut au préalable préparer une solution du liquide peptonisé c'est-à-dire de la gélatine liquéfiée, par exemple un gramme dans 60 grammes d'eau):

p. Crésol	1	1	1	1	ccm.
Ferment	1	1	1	1	»
Eau	3	2	1	0	»
Solution de gélatine	1	2	3	4	»

Si on laisse reposer ces éprouvettes on voit au bout d'un quart d'heure à une demi-heure les liquides rougir puis le lendemain la teinte est devenue bleue dans toutes les éprouvettes, la surface en contact avec l'air seule restant rouge.

C'est ainsi que se comportait une gélatine liquéfiée depuis plusieurs mois par le *Scenedesmus quadricauda*. Des essais faits avec le produit de la liquéfaction datant d'un mois n'ont fourni que des résultats où la teinte était rouge. La gélatine seule, dissoute dans la même proportion, me fournit une réaction rougeâtre. J'ai fait

[1]) R. Chodat, Nouvelles recherches sur les ferments oxydants. Archives des Sciences physiques et naturelles, IVe série, tome XXXIII (1912).

ces mêmes essais à partir de gélatine liquéfiée par des bactéries. Dans le même temps, les unes ne font que changer l'état physique de la gélatine, les autres poussent la peptolyse jusqu'aux stade polypeptide et acides aminés. Ainsi que nous l'avons montré autre part, cette méthode permet de saisir l'intensité de la dégradation de la gélatine par les ferments protéolytiques ou par des bactéries. Les essais dont il vient d'être question montrent d'une façon claire qu'en liquéfiant la gélatine les *Scenedesmus* opèrent une désagrégation qui est d'autant plus profonde que l'action du ferment a duré plus longtemps; on voit par conséquent que ces organismes sécrètent un ferment protéolytique qui agit en dehors de leurs cellules.[1])

Ainsi que nous l'avons remarqué plus haut, la décoloration, sur milieux glycosés, des colonies de *Scenedesmus* et en particulier du *Scenedesmus quadricauda* semble avoir pour cause un manque d'équilibre dans le rapport de l'azote assimilable à la source hydrocarbonée. Il faut remarquer que toutes les espèces qui liquéfient la gélatine conservent, dans ce milieu, leur teinte verte intense et ceci même après plusieurs mois de séjour dans ce milieu peptonisé. Même le *Scenedesmus quadricauda* qui, sur agar-sucré, se décolore rapidement, reste vivement chlorophyllé. Le *S. obtusiusculus* Chod. qui après un mois de culture a ramolli à peine la gélatine est la seule espèce qui peptonise et pâlisse. On voit bien, dans cette expérience, le rôle que joue la liquéfaction dans la nutrition de ces algues. La peptonisation les met à même d'utiliser des matériaux de construction tant azotés qu'hydrocarbonés plus particulièrement les matières sucrées qui proviennent de la dégradation du gluco-protéide (gélatine) soit celles qui sont déjà dans le milieu de culture.

En ce qui concerne la liquéfaction de la gélatine glycosée (2%) on peut établir la série suivante: l'espèce qui a le pouvoir liquéfiant le plus accentué est le *S. wisconsinensis* Chod. Non seulement la liquéfaction est abondante mais la plante se multiplie beaucoup. Viennent ensuite *S. flavescens* Chod., *S. quadrispina* Chod., *S. spinosus* Chod. *S. sempervirens* Chod., *S. longispina* Chod., *S. quadricauda* Bréb. La liquéfaction se fait largement autour de la piqûre d'ensemencement; il se forme une espèce de cuvette large et la colonie s'enfonce dans la gélatine amollie. Cette liquéfaction commence dès les premiers jours.

Vient ensuite le *S. obliquus* Kütz. dont la sécrétion du ferment semble diffuser moins loin. L'entonnoir est ici cylindrique. Dans le

[1]) Chodat R., La crésol-tyrosinase, réactif des peptides et des polypeptides, des protéides et de la protéolyse, Archives des Sciences physiques et naturelles (1912)

S. costulatus Chod. la liquéfaction est très lente et faible, plus faible encore dans le *S. obtusiusculus* Chod. lequel ramollit seulement un peu la gélatine et ceci très tardivement. Le *S. nanus* Chod. liquéfie avec une grande activité.

J'ai aussi cultivé ces divers *Scenedesmus* sur agar-peptone-glycose. On trouvera à propos de chaque espèce des indications à ce sujet. Je veux seulement ici résumer les résultats généraux. Rappelons d'abord que même après trois mois aucune des espèces ne se décolore d'une manière qui serait comparable à ce qui a lieu pour les mêmes espèces sur agar-glycose sans peptone. L'espèce qui conserve le mieux sa teinte foncée intense c'est le *S. obliquus* (Turp.) Kütz., qui forme de gros disques bombés parfaitement lisses sans aucune verrue ni variation de teinte. C'est aussi l'espèce qui sur ce milieu atteint le plus grand développement. Déjà dans le *S. obtusiusculus* Chod. les coussinets sont plus irréguliers, jamais lisses ni très brillants. Au sommet des disques bombés il y a quelques verrues de la même couleur que le socle. Le développement de ces deux espèces est presque comparable quant à l'intensité. Le *S. wisconsinensis* Chod. y forme des coussinets vert foncé, verruqueux; les verrues sont arrondies et le développement est d'un tiers plus faible que dans les deux espèces précédentes. Le *S. sempervirens* Chod. a des colonies couvertes de verrues arrondies (Pl. I, fig. 2). Quant au *S. longispina* Chod. il rappelle si fort le *S. quadrispina* que, sur ce milieu, on les prendrait pour une seule et même espèce. La couleur des coussinets n'est plus vert foncé comme dans les précédents, la surface en est comme granulée, entremêlée de verrues arrondies du type du *S. sempervirens* mais plus nombreuses et plus pâles. La différence, peu sensible d'ailleurs, est que, sur les coussinets du *S. quadrispina* Chod. les verrucosités sont plus grosses.

Quant à la grosseur de ces colonies on peut établir la série suivante par ordre d'importance: *S. obliquus, S. obtusiusculus. S. sempervirens, S. quadrispina, S. longispina, S. wisconsinensis, S. costulatus, S. sempervirens, S. flavescens.*

Sur agar-glycose on avait: *S. sempervirens, S. obtusiusculus, S. wisconsinensis, S. longispina, S. costulatus, S. obliquus, S. flavescens, S. spinosus.*

Restent longtemps verts sur agar-glycose: *S. wisconsinensis, S. obliquus, S. sempervirens;* pâlissent et jaunissent: *S. spinosus* et surtout *S. flavescens;* blanchit assez rapidement: *S. quadricauda;* reste olive brillant puis rougit: *S. obtusiusculus;* devient olive rugueux et zoné: *S. costulatus.*

Les cultures en liquides nutritifs (Detmer $^1/_3$) additionnées de 0,02 °/₀ de chlorure ferrique) révèlent au point de vue de la pigmentation de ces algues quelques particularités intéressantes. A la lumière diffuse toutes les cultures restent vertes; à la lumière directe le *S. obtusiusculus* rougit (4 mois), le *S. quadricauda* devient vert pâlissant, le *S. quadrispina* jaune prend une teinte rousse, le *S. costulatus* brun roux, le *S. spinosus* olive pâle rougissant, le *S. flavescens* olive pâle jaunissant et le *S. nanus* reste vert. Ainsi la tendance à former de la carotine qui est si bien marquée dans quelques espèces lorsqu'on les fait croître sur de l'agar sucré se manifeste aussi dans les milieux liquides; sur agar-glycose c'est le *S. obtusiusculus* qui rougit le premier et ceci aussi dans le liquide nutritif indiqué.

Fig. 79. *Chlorella vulgaris* Beijr. Culture sur agar-Detmer. Imm. 800 ×.

Chlorella Beijerinck.[1]

Wille[2]) réunit sous ce nom les genres *Chlorothecium* Krüger, *Palmellococcus* Chod., *Chloroidium* Nadson, *Krügera* Heering, *Acrosphaera* Gerneck, *Chlorococcum* auct. p. p., *Protococcus* auct. p. p.

Ce faisant, il concentre, en un même genre, des plantes à cellules libres, munies ou non d'un pyrénoïde, à chromatophore entier, perforé ou réticulé, à réserve amylacée ou oléagineuse. Il va sans dire que cette manière de faire peut avoir certains avantages, mais j'y trouve des inconvénients graves. Les plantes chlorelloïdes sont peu différenciées morphologiquement. On le verra dans la suite, il y a dans ce genre plus d'espèces qu'on n'en supposait. Les cultures nous ont révélé des formes bien distinctes par leur mode de vie et leurs sécrétions. Même dans le sous-genre *Euchlorella* il sera plus avantageux de séparer les espèces à pyrénoïdes de celles qui en sont dépourvues. Ce caractère a en effet, ici, une grande fixité et par conséquent une réelle valeur systématique.

Mais je ne saurais cependant aller aussi loin que Krüger et Nadson qui ont séparé du genre *Palmellococcus* Chod. les genres *Chlorothecium* Krüger et *Chloroidium* Nads. caractérisés par l'absence

[1]) Beijerinck, Kultur-Versuche mit Zoochlorellen, Lichenen-Gonidien und andern niederen Algen, Bot. Zeit. 48 (1890), 756.

[2]) Wille L. Conjugatae und Chlorophyceae, Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Nachträge zum 1. Teil, 2. Abteilung, Bogen 1–6 p. 56.

de pyrénoïde et la présence de matière grasse de réserve. Nous avons déjà réuni aux *Palmellococcus* les *Chlorothecium* de Krüger[1]) et nous continuerons à procéder ainsi, ce qui permet de mettre plus de clarté dans l'exposé et dans la systématique.

Les *Chlorella* proprement dits sont pourvus de pyrénoïdes, ne fournissent pas de zoospores et se multiplient exclusivement par sporulation. Ils ne se groupent pas habituellement en cénobes persistants, leurs cellules sont donc habituellement isolées; ils excrètent rarement une gelée générale, mais même alors ils sont disposés sans ordre dans ce mucus colonial. En quoi diffèrent-ils des *Protococcus* des auteurs? Disons tout de suite que ce terme de *Protococcus* a été appliqué à un si grand nombre d'algues différentes qu'il serait bien imprudent de ressusciter un terme général si ambigu. Ce nom a été employé pour la première fois par Agardh en 1824 (Syst. p. 13). Wille a montré que cet algologue entendait désigner par ce nom l'algue que j'ai plus tard nommée *Pleurococcus Naegelii* Chod. Cependant depuis longtemps on est convenu de considérer les *Protococcus* comme des Algues unicellulaires susceptibles de se multiplier par zoospores. Ainsi Kützing[2]) définit *Protococcus* comme un genre qui comprendrait des algues unicellulaires se multipliant par zoospores et par autospores (hypnospores A. Braun). Ce terme doit donc être exclu de la synonymie du genre *Chlorella* tel que nous le comprenons. Il se peut que plus d'un *Chlorella* dont nous donnerons la description ci-après ait été compris parmi les Pleurococcacées des auteurs, car le terme de *Pleurococcus*, depuis Meneghini jusqu'à Artari, a servi à désigner des plantes appartenant à des genres bien différents. Mais comme chacun le sait, ces *Pleurococcus* sont pour la plupart des espèces impossibles à identifier scientifiquement et sur lesquelles les auteurs bibliophiles pourront discuter à perte de vue. Seules les cultures pures peuvent nous permettre de distinguer les différentes espèces de *Chlorella*. Il nous a été facile de montrer dans les pages précédentes que même dans un genre dont la morphologie est beaucoup plus complexe, le genre *Scenedesmus*, la distinction spécifique, par simple examen au microscope, est chose vaine si elle n'est appuyée par des cultures pures. Combien plus ici, où manquent les particularités morphologiques qui permettent de séparer, avec plus ou moins de certitude, certains groupes de formes analogues.

---

[1]) Chodat, R. Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues, Genève (1909), 103.

[2]) Kützing, Flora Europea Algarum, Lipsieae 1864, Sectio III (1868) 24.

Artari[1]) a eu le grand tort de n'avoir pas vu que le *Pleurococcus vulgaris* des auteurs se multiplie principalement par cloisonnement, mode de multiplication qui fait défaut aux vraies Cystosporées (Protococcacées auct.) et en particulier aux *Pleurococcus miniatus* Naeg., *Pl. conglomeratus* Artari, *Pl. regularis* Artari ou *Pl. Beijerinckii* Artari et de ne pas avoir saisi l'importance de cette distinction qui permet d'éloigner les vrais *Pleurococcus* des *Pleurococcus* à autospores auxquels fait défaut, comme à toutes les Cystosporées, le vrai cloisonnement.

Pleurococcus Beijerinckii Artari est la même chose que *Chlorella vulgaris* Beijr. débaptisé à tort par Artari; le *Pleurococcus regularis* du même auteur paraît être une espèce de *Coelastrum* tandis que *Pleurococcus conglomeratus* me semble être encore une grosse espèce de *Chlorella*. Mais dans un domaine si difficile, en l'absence de description plus détaillée, et surtout de cultures pures, toute identification est impossible.

Gerneck a plus ou moins décrit, sous ce nom trois espèces, de *Chlorella*[2]): Un *Chlorella vulgaris* var. *sulfurea* dont il dit qu'il ressemble au *Chlorella vulgaris* mais qu'il en diffère par son incapacité de vivre, comme cette espèce, sur des pots à fleurs imbibés du liquide Beijerinck! L'auteur qui n'a pas réalisé de cultures pures ne peut conclure avec sûreté, car l'empêchement de croître peut être attribué à des impuretés telles que bactéries, etc. Quoi qu'il en soit, la variété *sulfurea* Gerneck est si mal définie qu'il vaut mieux l'ignorer. La seconde espèce de cet auteur, *C. acuminata* qui est une plante sans pyrénoïde, de forme naviculaire, à cellules souvent acuminées à l'un des bouts pourrait être une espèce de *Coccomyxa* ou peut-être aussi une espèce voisine du *Monodus ovalis* Chod. Quant au *Chlorella ellipsoidea* Gerneck on pourrait au besoin la classer ici, mais ses cellules sont ellipsoïdes et pour cette raison il vaut mieux la placer dans le voisinage des *Oocystis*.

Chlorella vulgaris Beijr.

(Pl. IV, fig. 20, 22, 24.)

Ce nom a été établi par Beijerinck en 1890[3]). Les auteurs qui ont travaillé après lui ont décrit sous le même nom des cultures

[1]) Artari Al., Untersuchungen über die Entwicklung und Systematik einiger Protococcoïdeen, Bull. Soc. Imp. d. nat., Moscou (1892), 30.

[2]) Gerneck. Zur Kenntnis niederer Chlorophyceen, Beihefte zum Bot. C. B. XXI (1907), Abt. 2.

[3]) Beijerinck, Kulturversuche, etc. Bot. Zeit. 48 (1890), 725.

sur divers milieux, mais aucun de ces auteurs ne s'est occupé de comparer sérieusement les espèces au point de vue morphologique et au point de vue physiologique. Il n'est d'ailleurs pas certain que sous ce nom et à propos des diverses espèces qui ont été décrites, on ait toujours compris la même chose. Ainsi le pyrénoïde qui caractérise les vrais *Chlorella* au sens de Beijerinck ne semble pas avoir été bien observé par Artari[1]) puisqu'il nous dit: «Chick macht darauf aufmerksam, dass *Chorella pyrenoidosa* immer ein deutliches Pyrenoïd aufweist. Ich lege weniger Gewicht auf dieses Merkmal; denn das Pyrenoïd kommt wahrscheinlich bei allen *Chlorella*-Arten vor, nur ist es nicht immer deutlich erkennbar. *Chlorella communis* hat ein kleines, nicht immer deutliches Pyrenoïd.»

Artari met dans le genre *Chlorella: C. protothecoides* Krüger, *C. vulgaris* Beijr., *C. communis* Art., et *C. pyrenoïdosa* Chick. Malheureusement Artari n'a pas donné de son *Chlorella communis* une description différentielle qui soit suffisante. C'est donc un «Nomen nudum». D'après lui la différence physiologique serait que *Chlorella communis* se développerait faiblement sur peptone alors que d'après Beijerinck *Chlorella vulgaris* présenterait un maximum de croissance sur peptone; mais Grintzesco[2]) avait fait déjà remarquer que la peptone, à elle seule, n'est pas une nourriture de prédilection. Pour moi je pense que ces différentes indications proviennent du fait que ces auteurs n'ont pas expérimenté dans les mêmes conditions et à partir des mêmes milieux. Beijerinck utilise la gélatine comme milieu solide, tandis qu'Artari utilise des milieux liquides. Il ajoute 0,5 % de peptone. Dans ces conditions il est excessivement difficile de se faire une idée de la valeur à attribuer aux résultats d'expériences qui ne sont pas symétriques.

Nous nous sommes servis pour nos expériences différentielles d'agar-Detmer et toutes ces dernières ont été d'abord faites à la lumière diffuse.

Chlorella vulgaris var. *genevensis* Chod (n° 19 de la collection). Cette plante a été isolée par la méthode décrite et à partir de l'eau de la tourbière de Lossy près Genève. Cette espèce est en culture depuis 1906. Cultivée sur agar sans sucre elle prospère mais ne se développe que lentement; elle reste vert foncé sur ce milieu. En six mois, à la lumière, elle y forme des disques minces, vert noir, de trois

---

[1]) Artari, A., Der Einfluss der Konzentrationen der Nährlösungen, Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. 43 (1906), 179.

[2]) Grintzesco, Recherches expérimentales sur la morphologie et la physiologie du *Chlorella vulgaris*, Revue générale de botanique, XV (1903), 1.

millimètres de diamètre. Sur le même milieu, additionné de 2 % de glycose, et dans le même temps, les disques arrondis à contours réguliers atteignent plus d'un centimètre de diamètre. La couleur est vert pomme; la bordure est plus claire. Mais, en outre, ces disques montrent sur un fond plus clair des stries plus foncées, qui donnent à toute la colonie une apparence rayonnée. Ceci n'apparaît cependant que très tardivement (pl. IV, fig. 24).

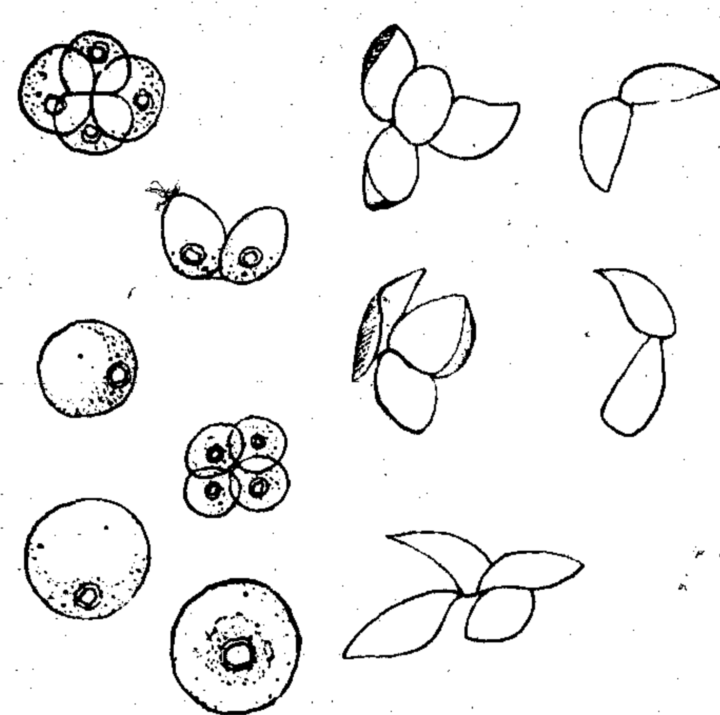


Fig. 80. *Chlorella vulgaris* Beijr. (n° 90 de la coll.) Multiplication par 4 et à droite membranes vidées. 1300 ×.

Le lactose additionné dans les, mêmes proportions favorise légèrement le développement; les colonies qui restent minces et vert foncé atteignent au maximum 5 mm de diamètre. Le développement est presque deux fois plus fort que sans sucre.

Sur gélatine, la croissance est rapide et cependant il n'y a tout d'abord pas de liquéfaction; c'est tout au plus s'il y a ramollissement de la gélatine avec enfoncement de la colonie dans cette dernière, mais cette dernière ne s'enfonce que légèrement. Sur ce milieu la couleur, au bout de trois semaines, est vert foncé. Beijerinck indique un résultat négatif en ce qui concerne la liquéfaction. On a vu que, dans nos expériences, les colonies s'enfoncent un peu et ceci déjà au bout d'une semaine ce qui indique une faible peptonisation.

Nous avons d'autre part sélectionné, d'un autre milieu, un second *Chlorella* qui ressemble si fort au précédent, et dont toute la morphologie est si semblable qu'il vaut mieux ne pas le séparer spécifiquement. Nous l'appelons *Chlorella vulgaris* (n° 45 de la collection) var. *viridis* Chod. Des essais comparatifs montrent que son développement, dans les mêmes temps, est presque identique à celui du *Chlorella vulgaris* var. *genevensis;* en effet, il est aussi un peu accélérée dans sa croissance par l'addition du lactose; ses gros disques, vert pomme, sur agar-glycose sont généralement entourés d'un liseré plus clair. Mais on n'y remarque pas ces stries rayonnantes dont il a été question à propos de l'autre variété et la tendance à jaunir sur ce milieu est beaucoup moins marquée (pl. IV, fig. 20).

Enfin nous avons trié d'une autre provenance un *Chlorella vulgaris* (n° 90 de la collection) var. *intermedia* Chod. qui tient le milieu entre les deux races précédentes (pl. IV, fig. 22). Il croît plus

fortement sur gélatine, même sur agar sucré, que le *Chlorella vulgaris* var. *viridis*, même beaucoup plus vigoureusement. Au bout de trois mois il ramollit la gélatine beaucoup plus fortement que les deux races précédentes. Mais ce sont là des caractéristiques bien malaisées à définir et à cause de cela il convient de considérer ces trois formes comme constituant trois races physiologiques d'une seule et même espèce.

Pour se rendre compte du contenu cellulaire il faut cultiver ces Algues sur un milieu dépourvu de nourriture organique. Alors on voit bien que les cellules qui sont habituellement arrondies, ont un chromatophore pariétal, muni d'un seul pyrénoïde bien visible. Les trois variétés sont identiques quant à la forme et à la grandeur. Le diamètre des cellules varie entre 3 et 5 μ, mais on trouve souvent des cellules géantes qui atteignent et dépassent 10 μ. Il faut remarquer que *Chlorella vulgaris* se multiplie ordinairement par spores peu nombreuses, 2 à 4. Rarement, très rarement, la cellule mère devient un sporange à spores nombreuses. La forme de ces spores est habituellement ovale mais il en est d'ellipsoïdes. L'exuviation de ces cellules mères (fig. 80) se fait par rupture en deux valves ou en quatre valves qui, lors de l'émission des spores, divergent comme les folioles d'un trèfle, restant associées à leur base, un peu comme ce qui a lieu chez les *Dictyosphærium*. Mais à l'encontre de ce qui arrive dans ce dernier genre, les cellules filles sont immédiatement dispersées. Ce mode de sporulation est plus particulièrement visible dans une race isolée de l'eau de l'étang de l'Ariana.

Artari donne pour son *Chlorella communis* en milieu sucré 4 à 10 μ et il insiste sur le fait que dans ces solutions concentrées de sucre le diamètre des cellules est plus fort que d'ordinaire. Ceci ramène cette espèce vers le *Chlorella vulgaris* dont elle a les dimensions.

Il en est de même du *C. pyrenoidosa* Chick, lequel correspond comme dimensions et comme morphologie au *C. vulgaris* Beijr. Miss H. Chick indique 3 à 5 μ. Il n'est pas certain que les expériences de cet auteur[1]) soient valables en ce qui concerne la physiologie de cette Algue. Sa méthode est d'isoler l'algue en étalant une goutte qui contient les cellules à trier sur la surface d'un milieu gélatinisé. Cette méthode ne fournit aucune garantie de pureté et ne m'a jamais permis d'éliminer les bactéries. Chick a cultivé ce *Chlorella* dans de l'eau d'égout légèrement ammoniacale; elle en a suivi le développement et étudié les modifications subies par le milieu pendant la multiplication de l'Algue. La conclusion est que l'azote ammoniacal disparaît assez facilement tandis que l'azote des nitrates reste constant. L'algue semble

[1]) Chick, Proceed. Roy. Soc. 71 (1903), 458.

donc assimiler facilement l'azote sous la forme d'acide urique et d'urée. Cependant les analyses, sans doute difficiles à exécuter, à cause des petites quantités employées, ne sont pas très convaincantes. Nous n'avons pas non plus pu nous assurer que le milieu d'expérience fût réellement dépourvu de bactéries. Quoi qu'il en soit, la préférence que montre cette Algue vis-à-vis de l'azote organique ou ammoniacal par rapport à l'azote nitrique paraît assez générale chez les Algues dont il a été et dont il sera question. Elles sont toutes, à quelques exceptions près et qui seront signalées, des habitants des eaux putrides ou des eaux stagnantes. De là leur absence des eaux pures comme celle des grands lacs[1]) (Genève, Bourget etc.). Il y a aussi lieu de

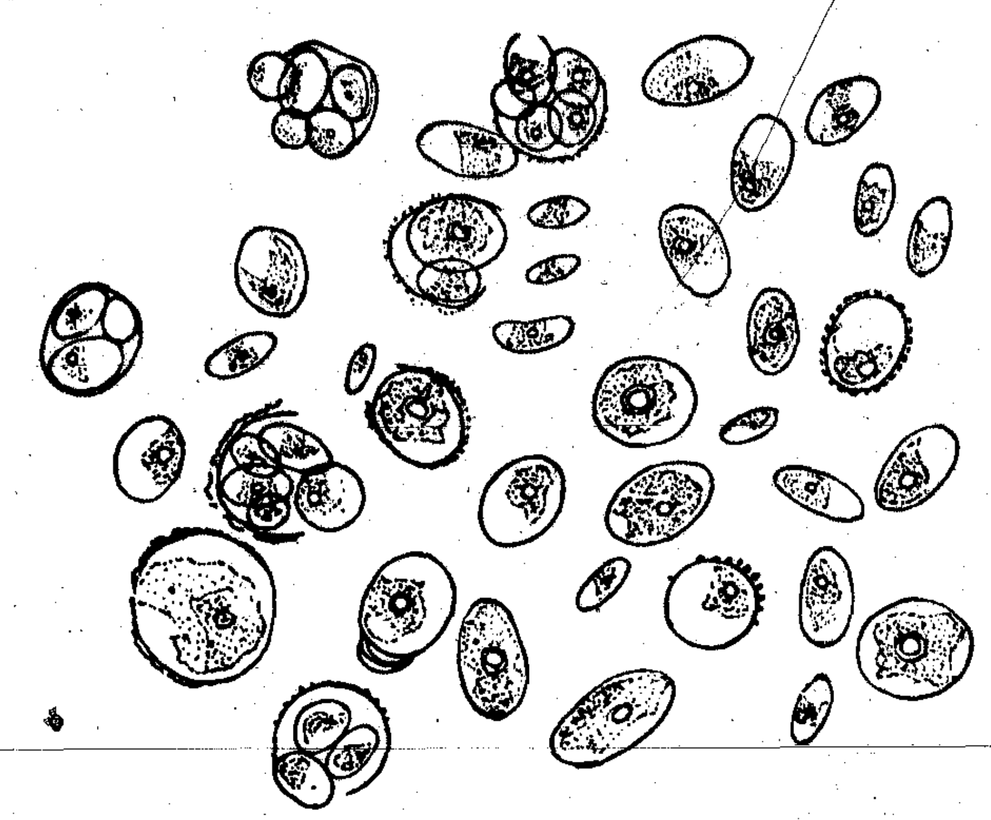


Fig. 81. *Chlorella lichina* Chod. (nº 67). Culture sur agar sans sucre. Immers. 800 ×.

penser que c'est justement à cause de cette préférence pour la nourriture toute faite que l'algologue qui trie les algues des étangs obtient ces saprophytes en premier lieu.

On a signalé plus haut l'affaiblissement de la couleur verte sur les milieux glycosés. Ce n'est pas un phénomène de dégénérescence proprement dit car il se produit dès le début et pendant que sur ce milieu l'Algue croît encore avec vigueur. Ce n'est pas non plus un effet de la multiplication rapide, une sorte d'épuisement, car sur les milieux peptone-glycose où la croissance est plus rapide que sur les milieux glycosés sans peptone, la couleur reste vert foncé. C'est aussi ce qui arrive sur la gélatine sucrée qui est un milieu riche en azote, dans laquelle le glycose est à la même concentration que dans les milieux

[1]) Chodat, R. Etudes de Biologie lacustre, Bull. Herb. Boiss. 1re Série V, (1897), 289 — Id. l. c. VI (1898), 64 etc. 160.

garisés. Comme on le voit, l'addition de l'azote organique semble favoriser le maintien de la chlorophylle. Mais d'autre part les cultures sur agar dépourvu de sucre ou additionné de sucres peu assimilables, comme le lactose, se maintiennent presque indéfiniment vertes. La chlorose semble donc être attribuable, dans ce cas, à un mauvais équilibre entre l'assimilation simultanée des sucres et de l'azote. Cela ne peut, dans tous les cas, être dû à un effet osmotique puisque, à la même concentration, les sucres peu assimilables ne produisent pas cette décoloration. Dans les expériences à partir de milieux sans sucre, l'assimilation du carbone qui se fait au moyen de l'acide carbonique de l'atmosphère est lente, celle de l'azote nitrique contenu dans le milieu de culture peut suivre la même proportion. Au contraire sur les milieux sucrés non additionnés d'azote organique l'assimilation directe du carbone facilitée par la présence du sucre est si intense que l'incorporation de l'azote présentée sous forme de nitrate et qui doit passer par réduction à l'état d'azote organique ne peut se faire avec la même vitesse. Or, comme il paraît certain que la chlorophylle est un produit coloré, dû au métabolisme des albumines, ces dernières se produisant dans d'autres conditions, la formation de la chlorophylle se trouve entravée. Ce résultat est si général dans nos expériences, qu'il me paraît trouver son explication dans l'équilibre qui doit exister entre la vitesse de synthèse des matières protéiques (réduction des nitrates) et la nutrition hydrocarbonée.

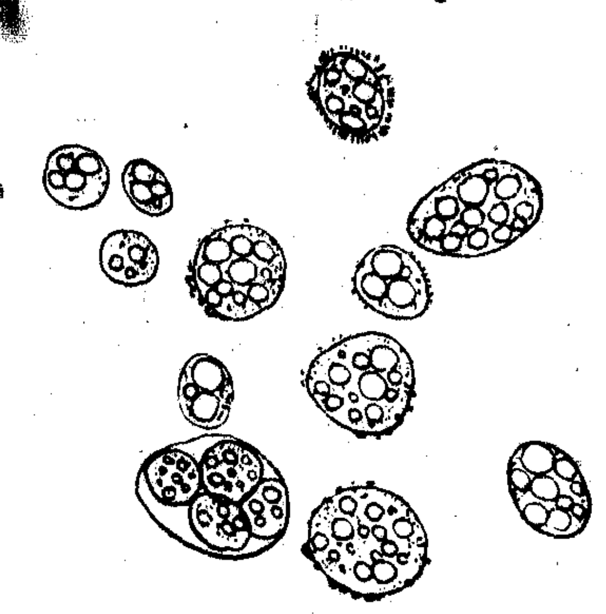


Fig. 82. *Chlorella lichina* Chod. Culture sur agar-glycose. Les cellules sont remplies d'huile; on voit bien les villosités de la membrane. 800 ×.

Ce qui amène à la décoloration, ce n'est donc pas le saprophytisme en lui-même qui rendrait inutile la présence de la chlorophylle; il ne saurait être plus complet que dans les cultures où le sucre assimilable, le glycose, accompagne la peptone. Il est bien évident que cela ne peut être attribué qu'à la présence d'un excès de matière hydrocarbonée par rapport à l'azote organique.

On voit bien ici combien il est faux de vouloir expliquer l'apparition d'un caractère ou sa disparition, par des raisons d'usage ou de désuétude. Car ici, c'est lorsqu'on rend la fonction chlorophyllienne et tout travail d'assimilation de matériaux organiques inutile, c'est-à-dire sur glycose-peptone, que le pigment qui ne servira à rien se forme avec le plus d'intensité!

Chlorella lichina Chod. (nov. spec.)
(Pl. III, fig. 16).

J'ai isolé cette espèce à partir de triages des gonidies du lichen *Cladonia rangiferina* L. Elle ne saurait être confondue avec les gonidies de ce lichen telles qu'on les observe en place. Elle doit donc être considérée comme un épiphyte. De même que sur le chapeau subéreux des champignons vivaces, par ex. *Polyporus versicolor*, *P. hirsutum* s'établissent beaucoup d'algues vertes, comme aussi sur les écorces humides, les cellules hydrocytes des *Sphagnum*, de même des Chlorophycées variées trouvent, sur les écorces des lichens, un substra-

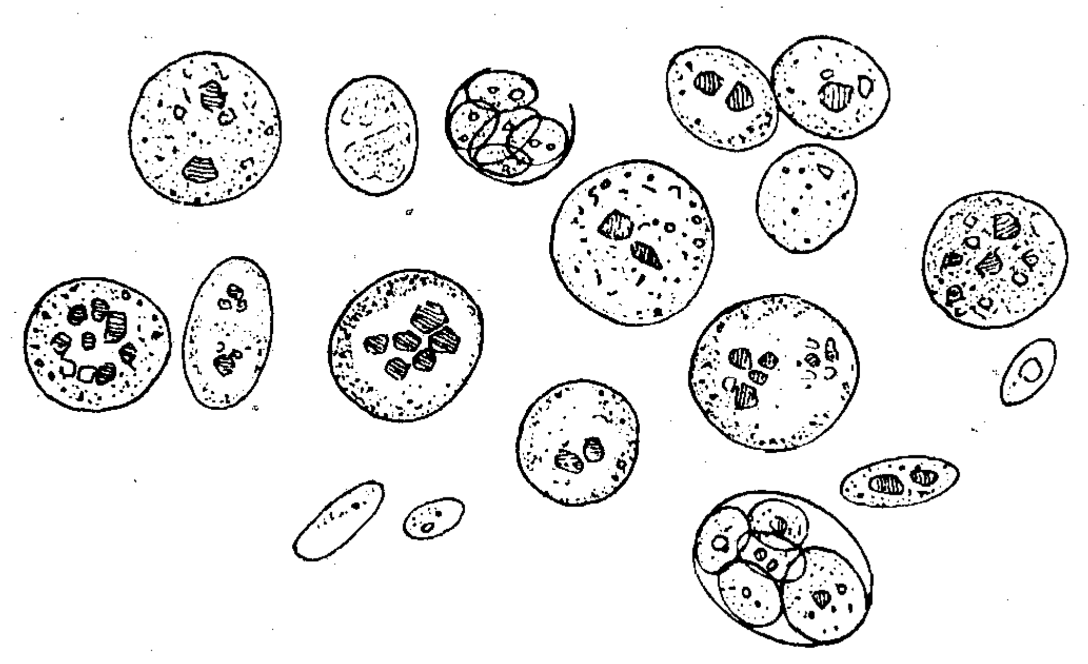


Fig. 83. *Chlorella lichina* Chod. Culture sur gélatine-glycose. Ici les pyrénoïdes sont nombreux. 800 ×.

tum humide convenable. C'est ainsi que nous avons extrait des triages de lichens plusieurs épiphytes intéressants, qui y vivent accidentellement ou peut-être habituellement.

Ce *Chlorella* (n° 67 de la collection) fournit sur agar sans sucre (Detmer 1/3) de petites colonies vert foncé; sur agar-glycose, des colonies vert pomme ou vert jaunâtre dont l'aspect est très caractéristique. Alors que celles du *C. vulgaris* Beijr. et de ses variétés sont visqueuses et brillantes comme un liquide à indice de réfraction élevé, la surface des colonies du *C. lichina* Chod. est, au bout d'un certain temps, terne, ridée et possède un liseré submarginal en relief qui augmente encore l'apparence irrégulière; l'éclat est celui de la cire et la surface n'est pas vernissée ni brillante. Cette même différence s'observe dans les cultures sur gélatine sucrée. Ici, les colonies du *C. lichina* Chod. sont irrégulièrement lobées, peu élevées, à surface irrégulière, finement chagrinée, plus tard grossièrement chagrinée comme du marroquin, jamais lisse ou vernissée, brillante, comme cela est le cas pour les colonies du *Chlorella vulgaris* sur gélatine. Sur agar

ans sucre, la croissance est lente, les colonies irrégulièrement festonées, à surface qui est comme granulée, chagrinée. Au bout de six mois, sur agar sucré, les disques, qui atteignent 15 mm de diamètre, sont entourés par un cordon submarginal, le centre est légèrement umboné et cerclé de zones ou de rides circulaires un peu irrégulières. La surface est encore, quoique moins fortement, chagrinée. Même après un mois et demi, on n'observe aucune liquéfaction de la gélatine.



Fig. 84. *Chlorella lichina* Chod. Culture sur agar sans sucre. On voit bien le chromatophore. 800 ×.

Les cellules sont arrondies ou ellipsoïdes; en culture sur milieux agarisés sans sucre (fig. 81), la membrane des cellules se couvre de villosités ou de petites granulations; le chromatophore est unique, il est irrégulièrement lobé, faiblement coloré et muni, comme le plasma lui-même, de petites granulations; on n'y voit pas de gros globules huileux. Les autospores sont peu nombreuses ou nombreuses; beaucoup de ces dernières sont ellipsoïdes, oblongues et très inégales comme grandeur. Par ces caractères, cette espèce, extraite d'un triage du lichen *Cladonia rangiferina* L. se rapproche du *Chlorella lacustris* Chod. extrait d'un triage de l'eau du lac de Genève. Cependant, dans le même temps, c'est-à-dire au bout de deux mois, les colonies du *Chlorella lichina* atteignent 8 mm de diamètre, tandis que celles du *Chlorella lacustris* sont au moins du double plus grandes. La rapidité avec laquelle les colonies perdent leur éclat brillant est moins grande chez *Chlorella lichina* que chez l'autre. Chez l'autre espèce, à ce mo-

ment, le centre de la colonie est finement ridé tandis que chez celle du lac, ce centre est simplement umboné.

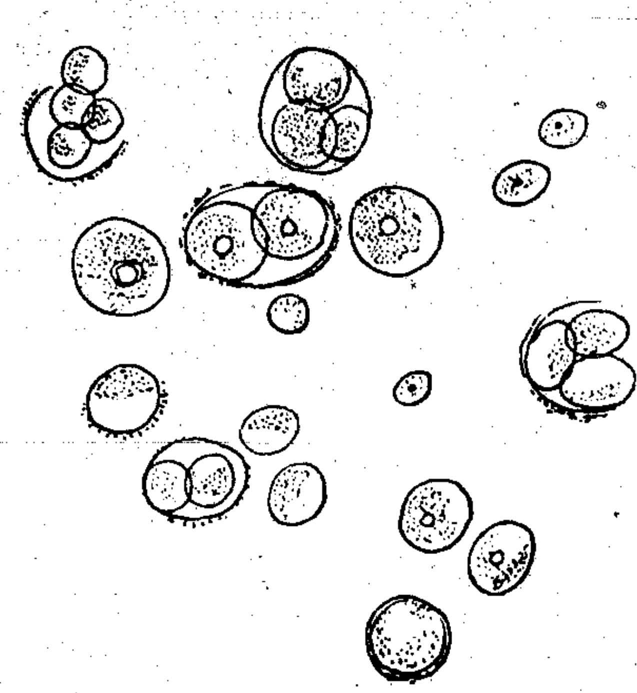


Fig. 85. *Chlorella lacustris* Chod. Culture sur agar-Detmer 1/3. (3 mois). Imm. 800.

Dans ces cultures, ainsi qu'il était probable, se développent des cellules dont la grandeur et le contenu varient selon le milieu nutritif. Pour étudier le contenu cellulaire, non masqué par des globules huileux, il faut s'adresser aux cultures sur agar sans sucre; mais déjà sur ce milieu la membrane se couvre en partie de villosités. Les cellules sont beaucoup plus grosses sur gélatine (fig. 83) et la membrane y est rarement couverte de villosités; ici, le chromatophore, plus pâle, montre ordinairement plusieurs pyrénoïdes parfois distribués dans le chromatophore, parfois comme accumulés autour du pyrénoïde primitif. Sur agar-glycose (fig. 82), la membrane est fortement granulée et couverte de villosités, les cellules finalement bourrées de gros globules huileux incolores. Alors la chlorophylle diminue et la structure du chromatophore devient indistincte.

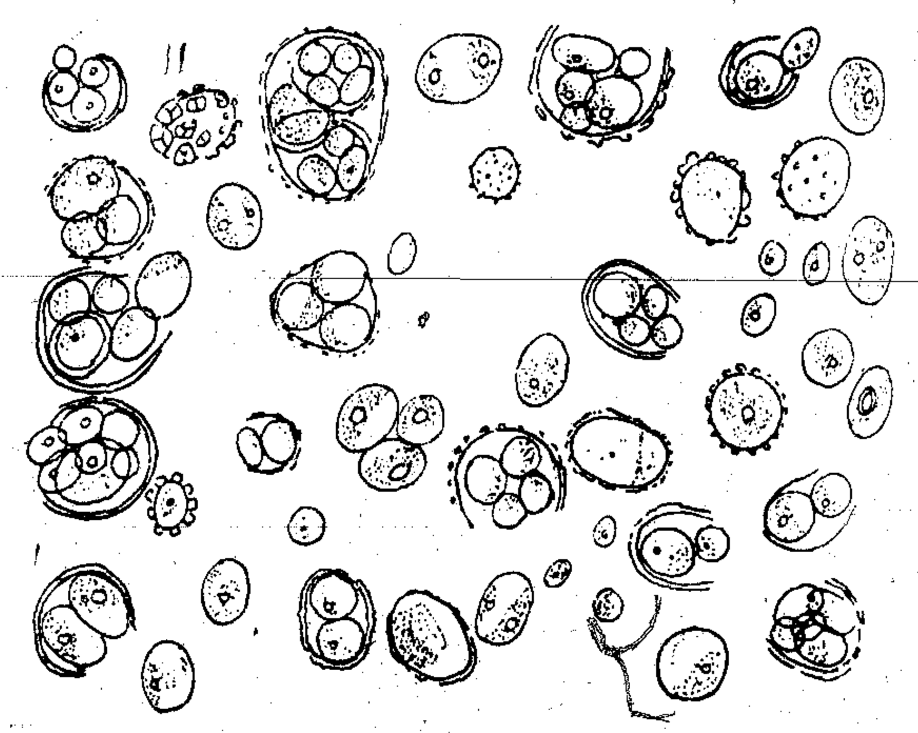


Fig. 86. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-Detmer. 650 ×.

Dimensions: sur agar simple, cellules arrondies 12 μ; spores ellipsoïdes 12/6, 8/4, 5/6,5 μ; agar sucré, cellules arrondies 12/12, 10/10, 10/5 μ et plus petites; — gélatine sucrée, 15/15 μ, spores 7/7, 7/4, 10/4 μ et plus petites.

Chlorella lacustris Chod.[1])
(Pl. IV, fig. 19, 21, 23.)

J'ai déjà mentionné cette espèce dans le Polymorphisme, p. 105, et, sous le nom de *Chlorella villosa*, je l'ai figurée en culture pure sur agar-

[1]) Chodat, Étude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues, Genève (1909), 105, table B, 5 (sub *C. villosa*).

lycose (l. c., pl. B., fig. 5). Elle a été isolée de l'eau du lac de Genève n 1906 (n° 44 de la collection). Sur agar sucré, elle forme au bout le trois mois, des disques peu brillants vert pomme, d'un aspect cireux, égèrement zonés, de 16 à 19 mm de diamètre, puis jaune vert, puis, près plusieurs mois, jaune canari (pl. IV, fig. 19). En 1911, les cultures vieillies semblaient mortes, plusieurs essais de réinoculation 'avaient pas réussi. En 1912, j'ai essayé de la repiquer en choisisant des portions qui étaient restées un peu vertes fig. 85, 86). Ce dernier essai a réussi et la morphoogie de la culture s'est maintenue identique à ce u'elle était précédemment. Cependant l'algue préentait cette fois une remarquable stabilité en ce ui concerne la couleur verte, qui, après quatre nois de culture sur agar sucré, n'a guère pâli (pl. V, fig. 23), alors que précédemment, en deux mois t dans les mêmes conditions, elle a passé du vert oncé au vert pâle jaunissant. En outre, sa vitesse le croissance était diminuée, car, dans le même emps, les disques n'avaient plus que la moitié du iamètre des mesures initiales. Il faut donc supposer que la culture prolongée sur agar sucré (à peu près 7 mois sur un milieu qui allait se desséchant), permis la sélection des individus qui présentent une multiplication apide et un pouvoir de décoloration moindre, tandis que les autres nanifestent tous les degrés de nécrose et nécrobiose. Ainsi ont té sélectionnés les individus qui présentaient une résistance plus grande

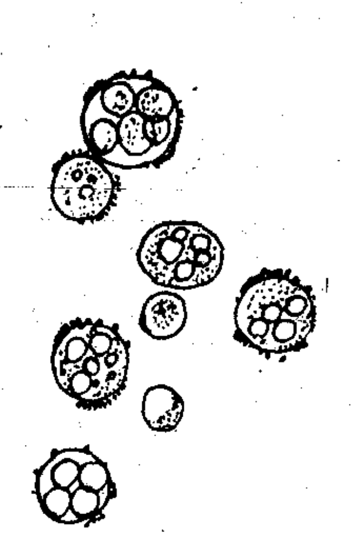
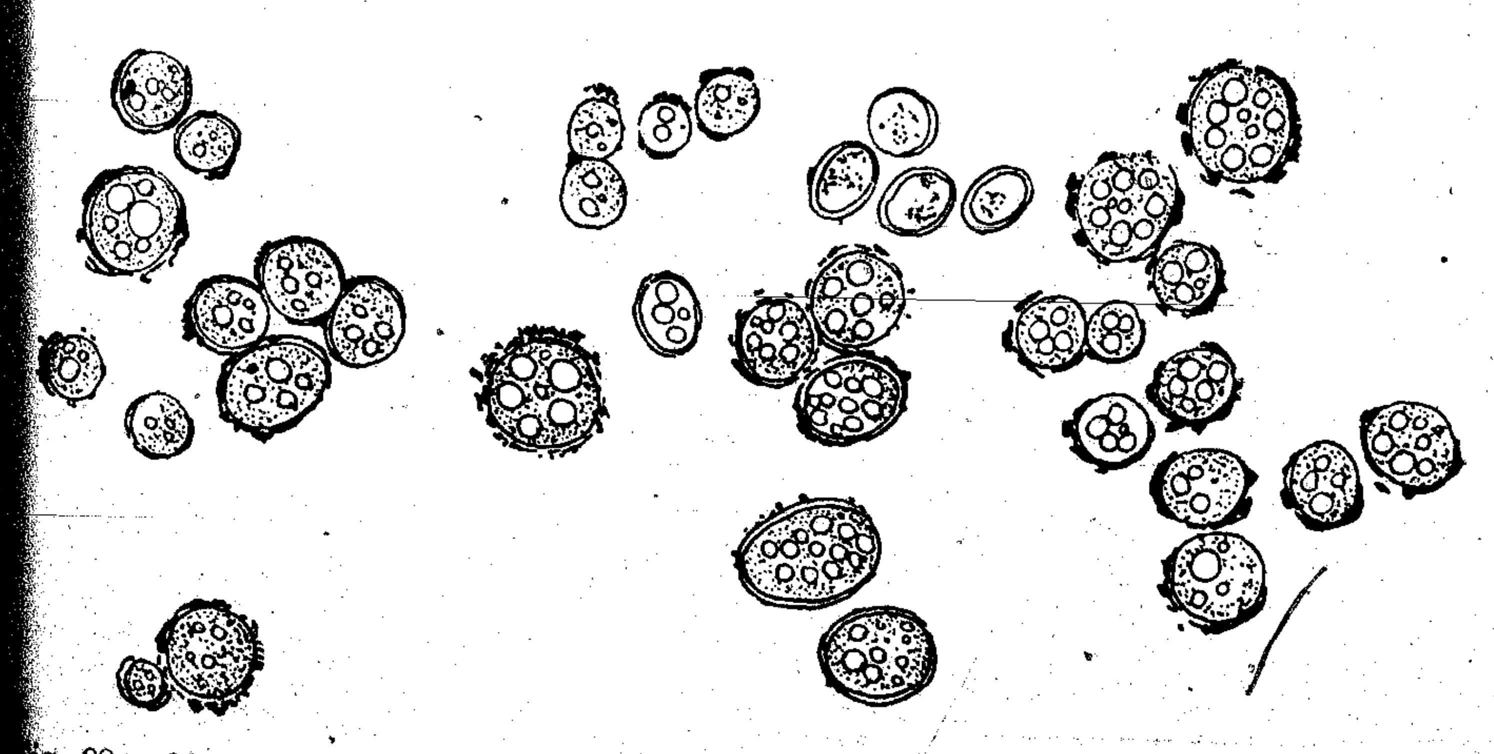


Fig. 87. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-glycose. Beaucoup de globules de graisse. 650 ×.



ig. 88. *Chlorella lacustris* Chod. Trois groupes de gauche à droite: a. agar-glycose; b. maltose; c. lévulose. 800 ×.

à ce milieu et qui, en raison de leur multiplication plus lente, possèdent une plus grande stabilité de leur chlorophylle. Cependant, cette modification ne s'est pas maintenue. Après plusieurs réinoculations les colonies ont repris leur vitesse initiale de croissance et, actuellement, il ne reste de ce changement qu'une résistance un peu plus grande à la décoloration par le milieu sucré.

Sur lactose, l'algue primitive se développe à peine plus que sur agar-Detmer sans sucre. La différence entre la dimension des cultures sur milieux glycosés et non glycosés est de six fois en diamètre; mais comme le développement en épaisseur de la colonie est considérable sur le milieu sucré, on peut estimer à dix ou vingt fois la plus grande intensité de développement lorsqu'on fournit du sucre à cette Algue.

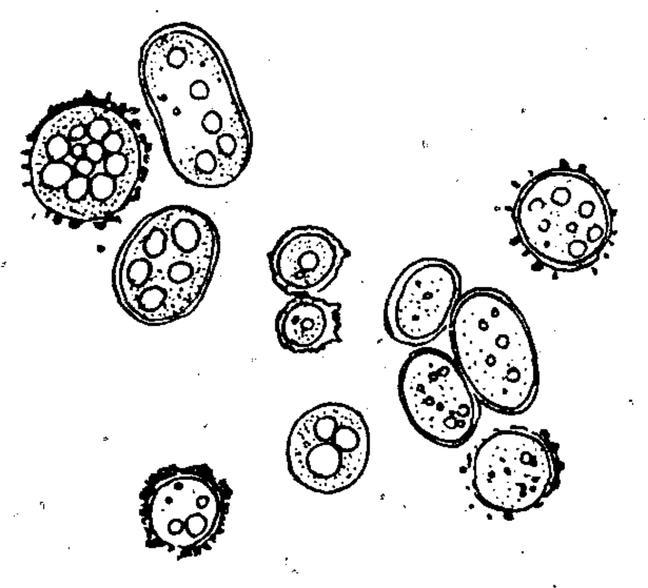


Fig. 89. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-galactose. 800 ×.

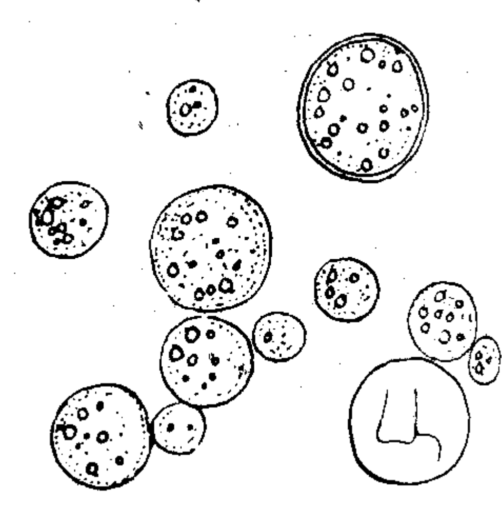


Fig. 90. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-xylose. 800 ×.

Comme dans d'autres exemples déjà cités ou qui seront cités, sur un milieu non sucré elles restent indéfiniment vertes. Sur agar-peptone-glycose la croissance est accélérée; les disques restent verts, singulièrement ridés et toute l'apparence devient très caractéristique (pl. IV, fig. 21).

J'ai fait, à partir de cette Algue, une série d'expériences pour examiner la valeur des différents sucres au point de vue de la nutrition et par rapport à la coloration. On a préparé des milieux agarisés contenant 2% des sucres suivants: glycose, lévulose, mannose, galactose, dulcite, xylose, arabinose. Les quatre premiers sucres sont des monosaccharides, isomères et du type d. Le dulcite est un alcool hexatomique dont on fait dériver le galactose. Le xylose et l'arabinose sont des sucres pentatomiques. Les expériences ont été commencées le 1er sept. 1911; on a noté le résultat le 1er oct. 1911. Ces résultats se sont maintenus dans la suite et se sont même accentués. Sur les hexoses (glycose, lévulose, mannose, galactose) le développement est bon; il est meilleur sur les trois premiers sucres et la colo-

ration des colonies est vert pomme pâle. Le lévulose semble donner une légère avance. Le galactose, tout en donnant à peu près le même développement, maintient la teinte vert intense et ne favorise donc nullement la décoloration. Sur ces hexoses, le développement de la colonie atteint, pour la durée d'un mois, 6 mm de diamètre et la colonie forme un disque épais. Au contraire, sur l'alcool hexatomique, le dulcite, le développement est si faible qu'on peut, sans crainte de se tromper, dire de cet alcool qu'il n'est pas assimilé. L'arabinose ne donne non plus une récolte plus forte que l'agar sans sucre. Cependant, la colonie qui est vert foncé sur galactose, dulcite et xylose, est ici plus vert pomme. C'est sur le dulcite que la couleur vert foncé

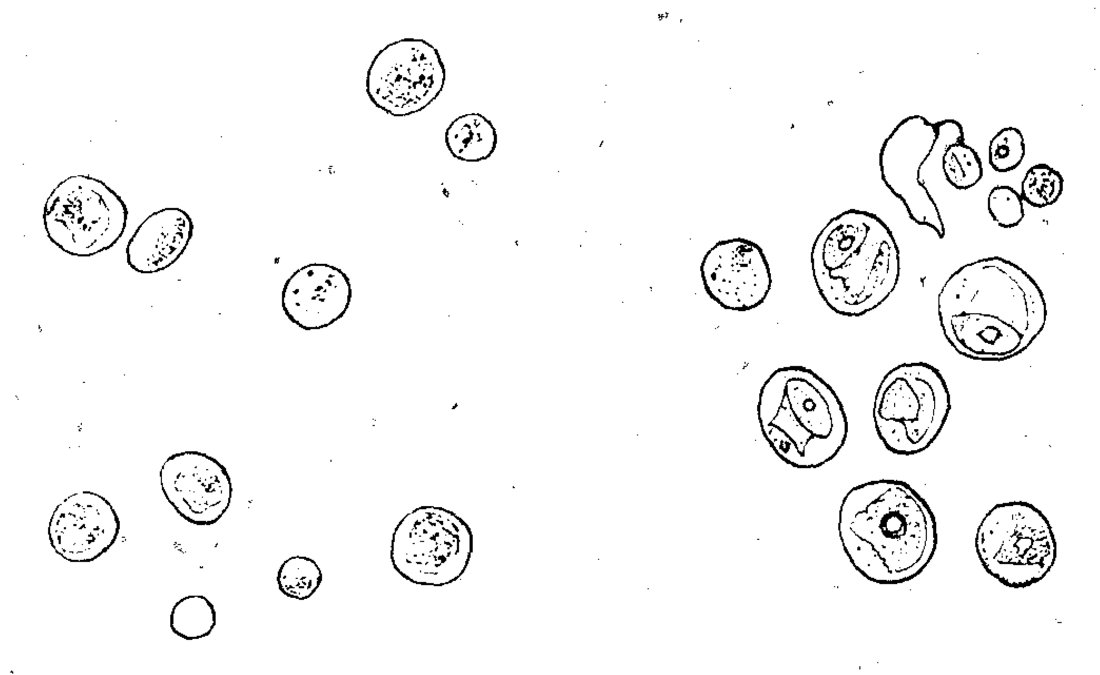


Fig. 91. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-dulcite. 800 ×.

Fig. 92. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-dulcite, librement dessiné.

est la plus forte. Le xylose paraît un peu assimilable, car sur ce milieu la colonie est presque deux fois plus forte que sur arabinose ou sur dulcite tout en restant bien plus petite que sur galactose.

Nous avons donné, dessinée à la chambre claire, l'apparence des cellules sur ces divers milieux. Les cellules sont les plus petites sur dulcite (fig. 91, 92); on n'y voit point de globules huileux, le pyrénoïde est bien distinct, mais l'enveloppe amylacée qui l'entoure est très mince. Sur arabinose, les cellules sont plus grosses, le pyrénoïde bien visible et l'huile fait défaut. Sur xylose (fig. 90), les cellules sont arrondies, fragiles; elles éclatent dans l'eau beaucoup plus facilement que les cellules qui ont crû sur d'autres milieux, même beaucoup plus facilement que celles qui ont crû sur l'arabinose. On peut donc dire que le suc cellulaire est chargé d'un sucre à pouvoir osmotique élevé et que la production de graisse qui se fait remarquer par le grand nombre de petits globules, inclus dans le protoplasma, n'a pas empêché

l'accumulation des sucres solubles dans les vacuoles. Sur ce milieu, les cellules sont grosses, aussi grosses que sur galactose.

Il faut remarquer que sur ces pentoses la membrane ne produit pas de villosités. Ces villosités manquent aussi sur le milieu gélatine sucrée. Au contraire, sur les hexoses, les cellules sont bourrées de globules de graisse, lesquelles sont un peu moins abondantes sur galactose que sur les autres hexoses (fig. 87, 88).

Ces essais touchent à la question de la spécificité. Faut-il admettre que les sucres-hexoses, glycose, fructose, mannose, ont la même valeur nutritive et que, par conséquent, la structure stéréoisomère de

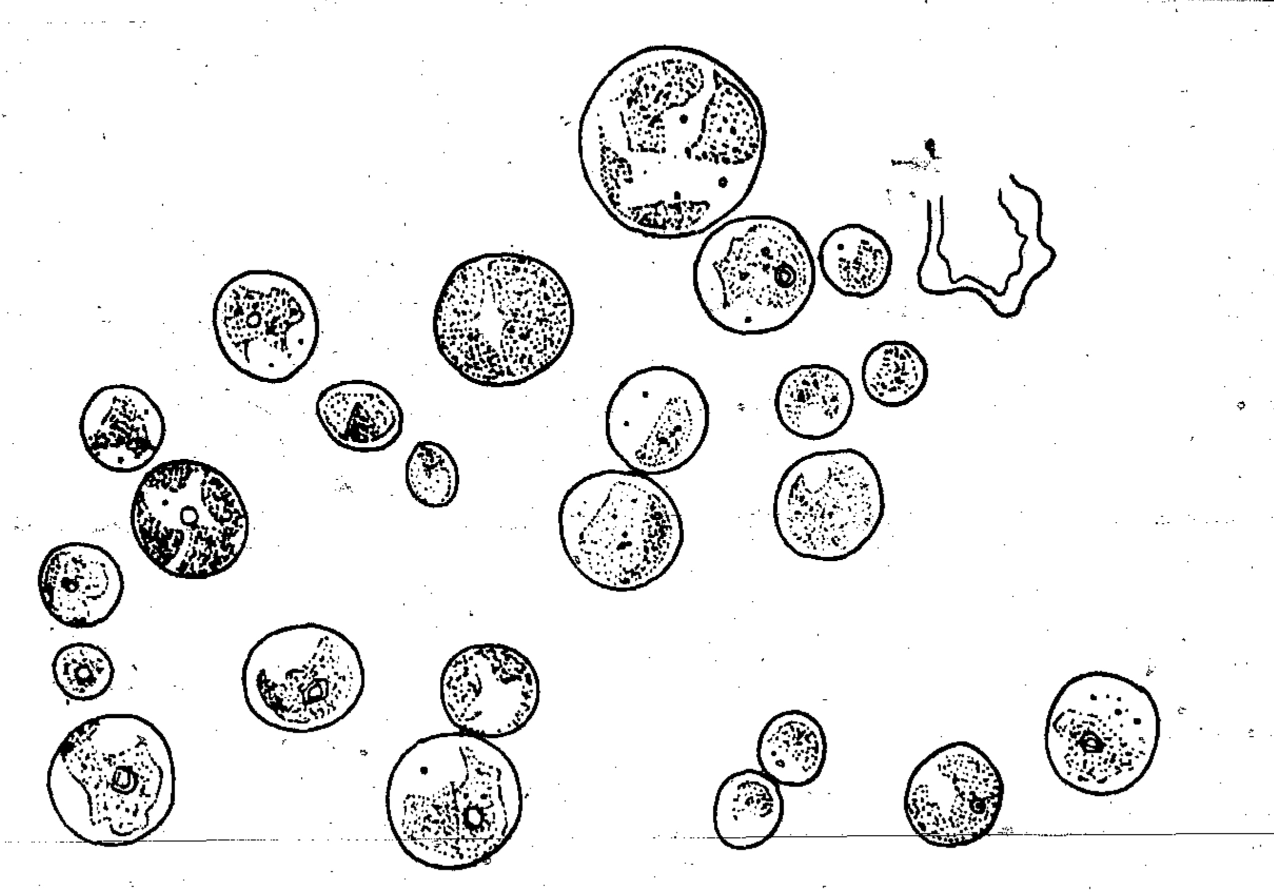


Fig. 93. *Chlorella lacustris* Chod. Agar-arabinose. 800 ×.

ces divers sucres n'a pas d'importance pour leur assimilation et qu'ils sont directement assimilés comme tels, chacun ayant la valeur d'un ***matériel de construction indifférent.***[1]) C'est là une question difficile! N'oublions pas, en effet, que ces trois sucres sont susceptibles de se transformer les uns dans les autres. Les ions OH, par exemple, dans les hydrates alcalins, les hydrates alcalino-terreux, l'ammoniaque, les carbonates d'ammonium ou alcalins, etc., effectuent cette transformation (vid. Tanret Ber., 3, 47, 392; Lippmann, Zuckerarten, p. 392). Ainsi, en présence d'une solution de potasse à 5%, le glycose fournit au bout de 10', 44% de glycose, 6% de mannose et 25% de fructose. Ces mêmes transformations sont aussi produites par certains sels qui agissent à la façon d'alcalins, ainsi les acétates et les tartrates (vid. Loby de Bruyn et Weck. C R 14, 156). Même les

[1]) Abderhalden, E., Actes de la Soc. helvétique des sc. nat. (1911).

sels neutres, en dissociation, effectuent cette transformation. Ainsi, dans une solution de 60 ccm de glycose à 25%, dans l'eau additionnée de 4,47 % de chlorure de potassium ou d'autres sels neutres, ce sucre subit cette transformation. Sans doute, ces modifications se passent à une température élevée, mais tout porte à croire que le végétal peut aussi opérer ces inversions à la température ordinaire.

Quoi qu'il en soit, il y a un parallélisme entre la valeur nutritive de ces sucres et leur capacité de se transformer les uns dans les autres; leur action sur la décoloration des cellules vertes est aussi du même ordre. Au contraire, le galactose, qui, à en juger d'après la grosseur des colonies, paraît être fortement assimilé, donne naissance à moins de graisse et laisse la chlorophylle inaltérée (fig. 89). Le galactose, dans la série des hexoses, occupe, par rapport au glycose, mannose et fructose, une place à part. Ainsi le fructose, qui est une cétose, est plus voisin dans ses actions physiologiques du glycose, qui est une aldose, que cette dernière du galactose, qui est aussi une aldose.

Remarquons aussi que le dulcite, l'alcool polyatomique dont dérive le galactose, n'a, dans nos expériences, aucune valeur nutritive, alors que son aldéhyde, le sucre galactose, est pour ces algues une bonne source de carbone. Nous avions fait aussi des expériences à partir de l'alcool hexatomique, le mannite, dont dérivent les hexoses, glycose, fructose et mannose. Mais ces cultures se sont infectées et nous n'avons pu les prendre en considération. Par contre, nous avons fait, à propos d'autres algues, des expériences qui ont montré que cet alcool a une valeur nutritive égale ou presque égale aux hexoses qui en dérivent, tandis que le dulcite est inactif, alors que son aldose, le galactose, est nutritif. L'organisme animal assimile difficilement les alcools polyatomiques comme le mannite et le dulcite. Il faut cependant se garder de généraliser, car on sait que la fermentation des sucres divers dépend aussi de la nature du ferment organisé. Ainsi, le ferment extrait des levures, la zymase, fermente en alcool et en acide carbonique les d. glycose, d. fructose, d. mannose et aussi le d. galactose, mais ce dernier plus lentement que les autres. Quant aux levures elles-mêmes, elles fermentent aussi moins facilement le galactose que les manno-hexoses (1 ½ fois moins). Il y a même une levure, le *Saccharomyces apiculatus* Rees. qui n'attaque pas du tout le galactose.[1]) Constatons que le galactose est fermenté difficilement par des levures qui, cependant, contiennent de la zymase. Armstrong en conclut que la fermentation du galactose est produite par un mé-

[1]) Voit, Über das Verhalten der Galaktose beim Diabetiker; Armstrong, Studies on Enzymaction, VIII, Proceeding Roy. Soc., Serie B, 76 (1905), 600.

canisme particulier. Ainsi, les *Saccharomyces Pombe* Lindner, *S. Ludwigii* Hansen, *S. saturnus* Klöcker, *S. anomalus* Hansen, *S. octosporus* Beijr, *S. Klöcker* auct., *S. apiculatus* Rees. et d'autres qui fermentent les hexoses cités ne produisent pas d'alcool à partir du galactose. Dans toutes nos expériences sur la culture des Algues, le galactose occupe toujours une situation particulière qui dépend certainement de sa configuration stéréo-chimique. Ordinairement, il ne favorise pas l'étiolement. Dans le cas présent et au point de vue plus particulier de la production de l'huile et des villosités de la membrane cellulaire, il se comporte à la façon des autres hexoses. Quant au xylose, sa valeur nutritive, plus grande que celle de l'arabinose, se vérifie en ce qui concerne une autre Algue, le *Chlorella Cladoniae* Chod., une pseudo-gonidie de *Cladonia endiviaefolia* Fr. et de *Cladonia rangiferina* L. De même, il se produit chez cette Algue de la graisse aux dépens des mêmes sucres hexoses, mais pas aux dépens du xylose. Cependant, la valeur nutritive du xylose comparé au dulcite et à l'arabinose, se traduit par la dimension des cellules, lesquelles sont beaucoup plus grosses.

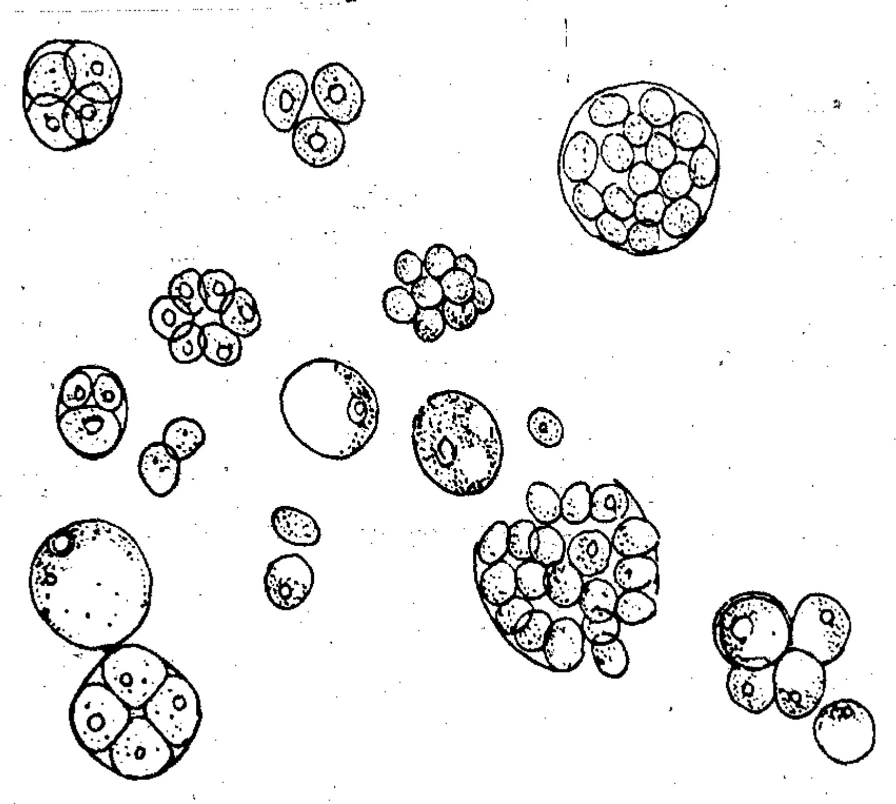


Fig. 94. *Chlorella rubescens* Chod. Culture sur agar sans glycose. 800 ×.

Dimensions: dulcite 9/9, 8/8, 5/5 μ; arabinose 10/10, 5/5 μ; hexose 6 à 10 μ; xylose 6 à 12 μ; Detmer-agar 3 à 10 μ.

Soit par l'apparence des cultures, soit par la morphologie des cellules et leur contenu, le *Chlorella lacustris* est voisin du *Chlorella lichina*, mais les différences essentielles sont, en plus des différences d'intensité de croissance déjà citées:

1° la prédominance dans le *Chlorella lichina* des spores ellipsoïdes et même oblongues, le diamètre plus grand des sporanges;

2° dans les vieilles cultures sur agar-glycose, le *Chlorella lacustris* apparaît sous forme de colonies larges entourées d'un cordon submarginal épais; elles possèdent un ombilic saillant à partir duquel rayonnent de faibles rides, mais il n'y a pas le granulé fin des colonies du *Chlorella lichina* et l'apparence

céracée est beaucoup plus marquée que chez cette dernière (pl. III, fig. 16 et pl. IV, fig. 19);

3° sur gélatine sucrée, il y a aussi des différences notables, en particulier la teinte plus verte du *C. lichina*, la surface plus irrégulière des colonies étalées et, enfin, chez la même espèce, sur ce même milieu, les cellules deviennent très grosses, tandis que celles du *C. lacustris* ne prennent qu'un développement à peine supérieur à ce qu'elles seraient sur agar sans sucre;

4° la multiplication des pyrénoïdes est très marquée dans le *C. lichina*, insignifiante chez le *C. lacustris*. Les disques de cette dernière espèce sur gélatine sucrée sont au bout de trois mois de 2 cm de diamètre. La surface est à peu près lisse, mais pas très brillante et toute la colonie prend l'apparence de la cire.

Chlorella rubescens Chod.[1])

(Pl. III, fig. 15).

Cette espèce isolée d'une eau du marécage tourbeux de Lossy (H^te^ Savoie) a déjà été étudiée dans mon Etude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues. Elle se reconnaît facilement à ses colonies qui sur agar-glycose finissent par devenir rouge vif intense. Il faut cependant quelques mois pour qu'à la lumière diffuse, cette vive coloration apparaisse dans toute sa pureté. Il est intéressant de constater que sur agar-lactose la dimension des colonies est à peine inférieure à celles des colonies sur glycose. Mais dans le même temps, les disques sont rouges-jaunes d'une teinte plus effacée, ils sont aussi plus huileux et plus lisses que sur le glycose. Alors qu'en six mois le diamètre de ces disques peut atteindre 12 mm sur agar sucré, sur agar-Detmer $^1/_3$ sans sucre, les disques, dans le même temps, ne dépassent pas 2,5 mm; ils restent vert foncé sans trace de caro-

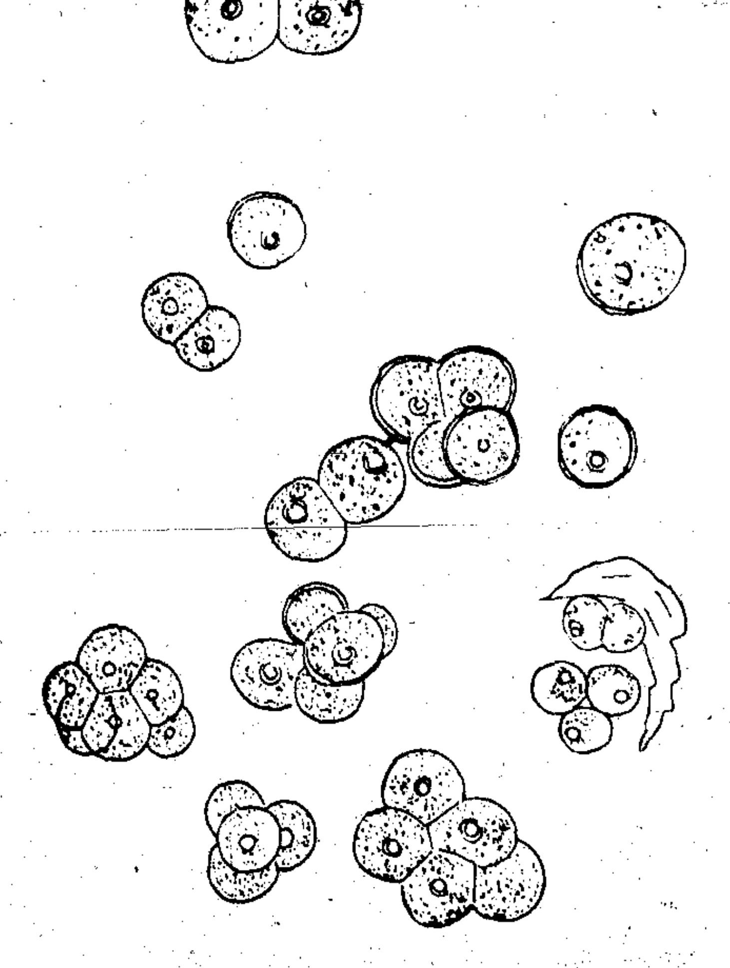


Fig. 95. *Chlorella coelastroides* Chod. Culture sur agar simple sans glycose. 800 ×.

[1]) Chodat, R., Polymorphisme, l. c. (1909), 103, tab. XV, G. H.

tine. Mais si au milieu sucré on ajoute de la peptone les disques deviennent encore plus gros, ils y sont granulés sans rides rayonnantes et de couleur vert olive foncé. Cultivée comparativement à la lumière et dans l'obscurité le *Chlorella rubescens* quand on lui fournit du glycose se développe bien dans les deux cas, mais dans l'obscurité le développement est considérablement ralenti. Sur agar-mannite 1% il s'accroît peu dans la lumière comme dans l'obscurité. Par contre le maltose favorise son développement. Cultivée sur gélatine sucrée cette Algue a complètement liquéfié le milieu. Il y a peu à dire quand à sa morphologie. Examinées à partir des cultures sur agar-Detmer $^1/_3$ les cellules de cette algue sont arrondies et à membrane lisse; le chromatophore est en une cloche qui entoure un plasma plus ou moins vacuolisé; il y a beaucoup de petites granulations. Il n'est pas rare de voir directement le noyau. Le pyrénoïde sur ce milieu est toujours très distinct (n° 24 de la collection).

La multiplication se fait par spores, deux, quatre ou un multiple de quatre (fig. 94). Les spores sont souvent inégales car leur formation n'est pas nécessairement simultanée et leur croissance à l'intérieur du sporange souvent irrégulière. Si la forme du sporange est presque toujours arrondie, les spores sont souvent ellipsoïdes mais le type général des cellules est cependant la forme ronde. On voit sur les milieux sucrés apparaître la carotine dans le chromatophore lui-même sous la forme de petits grains rouges. Il arrive assez souvent que les produits de la division restent adhérents même après leur expulsion de la cellule mère. Ils forment alors des groupes botryoïdes plus ou moins compacts. Le chromatophore étant pariétal et couvrant tout un côté de la cellule, sa forme exacte est malaisée à définir. Dimensions: 3—18 μ.

Chlorella cœlastroides Chod.[1])

(Pl. III, fig. 14).

Les cultures (n° 22 de la collection) de cette dernière espèce ressemblent à celles de la précédente, mais jamais elles ne prennent sur agar sucré la teinte rouge brique, rouge cinâbre qui, après plusieurs mois, caractérise son congénère. Sur agar simple elle croît lentement et y forme, en un mois une petite tache de un ou deux millimètres de diamètre, d'un vert foncé. Au bout du même temps sur agar glycose elle forme des disques arrondis un peu zonés, secs, vert foncé ou vert olive, à peine granulés à leur surface, lisses, à peine brillants. Sur gélatine le développement est rapide et la couleur se maintient

[1]) Chodat, Etude critique et expérimentale, etc., Genève (1909), 103.

très longtemps verte. Sur l'eau de levure agarisée elle reste verte, mais ce milieu ne lui fournit pas les éléments nécessaires à un bon développement. Avec le temps, les disques sur agar-glycose commencent par pâlir au centre qui devient abricot-pâle puis brunâtre, tandis que la bordure reste encore verte; plus tard encore la bordure est vert olive foncé, le disque olive pâle, finalement ces disques passent par le brun, puis arrivent à la couleur ocre plus ou moins rouge ou brunâtre, finalement brune (pl. III, fig. 14). Cette coloration ne se fait tout d'abord qu'en surface; dans l'intérieur les colonies sont vertes. Cette transformation est beaucoup plus forte à l'obscurité. Cependant la croissance totale à l'obscurité est considérablement ralentie.

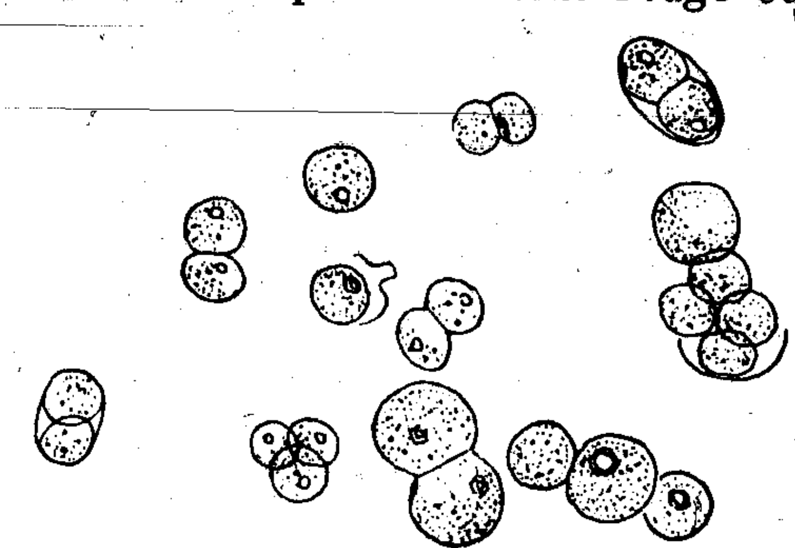


Fig. 96. *Chlorella coelastroides* Chod. Comme fig. 95. 800 ×.

Cultivée sur gélatine non sucrée, elle la liquéfie fortement si on l'expose à la lumière diffuse; les colonies sont alors vertes et elles s'enfoncent dans l'entonnoir de peptonisation. Dans l'obscurité, la liquéfaction comme tout le développement est ralenti. Sur gélatine-glycose (2 %) il y a également liquéfaction, mais les colonies brunissent. Ce phénomène est aussi moins intense dans l'obscurité.

Sur gélatine additionnée de 0,5 – 0,25 % de peptone on voit que l'addition de cette peptone ralentit le développement. La liquéfaction de la gélatine est de même progressivement diminuée par l'addition de peptone et est inversément proportionnelle à la richesse en peptone, dans les conditions de concentration indiquées. La lumière favorise beaucoup la croissance sur ce milieu et la teinte verte des colonies se maintient longtemps mais s'altère dans l'obscurité. On a dit que la liquéfaction est plus intense à la lumière qu'à l'obscurité; mais cette liquéfaction en lumière diffuse diminue à mesure que cette quantité de lumière diminue.

L'addition de glycose diminue la sécrétion du ferment protéoclastique. La liquéfaction se fait à peu près égale dans des milieux variant de 1 à 10 % de glycose, si on expose ces cultures à une lumière diffuse suffisante (devant une fenêtre au Nord); dans une intensité lumineuse plus faible, c'est-à-dire loin de la fenêtre la liquéfaction diminue avec l'augmentation de glycose dans le milieu. Dans une expérience on a constaté qu'à partir de 7 % cette liquéfaction

n'avait plus lieu. En outre, dès qu'on a dépassé la dose utile (1 à 2 %) la vitesse de croissance des colonies diminue avec l'enrichissement en glycose. On peut donc en tirer la conclusion que le pouvoir liquéfiant croît parallèlement avec la vitesse de croissance. La production du pigment rouge marche également de pair avec l'enrichissement en glycose.

A l'obscurité, cette diminution du pouvoir liquéfiant en fonction de la concentration du glycose est encore plus marquée. Au dessus de 3 % de glycose la liquéfaction n'a plus lieu. Ici encore, on voit un parallélisme complet entre l'intensité du développement et le pouvoir liquéfiant.

Contrairement à ce qui a été constaté pour le *Chlorella rubescens* Chod., le lactose n'est pas directement assimilé par le *Chlorella coelastroides* Chod. Sur ce milieu les colonies restent petites et pâles, surtout à l'obscurité [1]). L'amidon soluble ne lui convient pas non plus comme source de carbone, mais cette algue se développe très bien sur le mannite qui ne convient pas à la précédente.

Sur agar non glycosé (fig. 95 et 96) cette algue forme des cellules rondes très rarement un peu ellipsoïdes à chromatophore un peu pariétal, munie d'un pyrénoïde. Il y a beaucoup de petits granules dans le plasma et autour du chromatophore. La multiplication par spores se fait par deux ou par quatre. Il y a rarement un plus grand nombre de spores, aussi la grandeur de ces dernières est-elle proportionnellement plus grande que celle de l'espèce précédente; elles sont ici beaucoup plus régulières et plus généralement arrondies.

Ces spores au moment où elles sont mises en liberté restent très souvent adhérentes par deux ou par quatre, parfois groupées en tetraèdre. Il n'y a pas sur ce milieu la multiplication par spores abondantes comme chez le *Chlorella rubescens* Chod.

Dimensions: 5—18 μ — cénobes 20 μ.

La morphologie de cette espèce pose une question intéressante de systématique. Faut-il appeler *Coelastrum* les Cystosporées (Protococcacées) arrondies dont les spores parfois libérées sortent aggrégés en cénobes botryoïdes? On voit clairement que le *Chlorella coelastroides* Chod. pourrait au besoin être placé à la base des *Coelastrum*, lesquels produisent souvent des cellules isolées chlorelloïdes. Ceci arrive non seulement dans le *C. microporum* Næg. [2]), mais chez des *Coelastrum* appendiculés comme le *C. proboscideum*. J'ai à propos

[1]) **Grobéty**, A., Contribution à l'étude des Algues en culture pure. Travaux de l'Institut de botanique, 8e série, VIIe fascicule. Bull. Soc. bot. Genève, IIe série, III (1911).

[2]) **Chodat**, Etude l. c., p. 106, pl. XIV.

de cette espèce fait avec M[lle] Rayss des cultures pures qui démontrent une extrême variabilité et qui amènent à cette conviction que les *Coelastrum* les plus compliqués peuvent se présenter sous les formes les plus aberrantes et en particulier se dissocier en cellules chlorelloïdes ou en cellules Polyedrium. Il va de soi que la définition du genre est une question de mesure et que des *Coelastrum* aux *Chlorella* et vice-versa il y a les transitions que j'ai décrites autre part. Ceci nous monfre combien il est fâcheux de disposer en des familles distinctes les *Chlorella* et les *Coelastrum*.

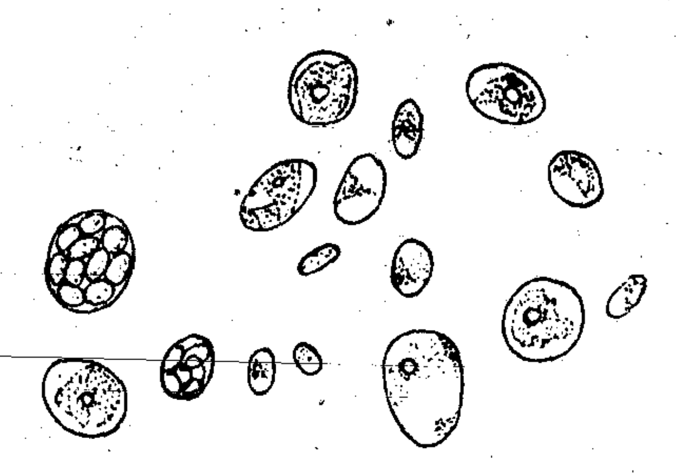
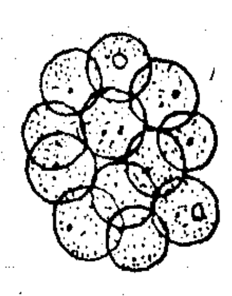


Fig. 97. *Chlorella viscosa* Chod. Culture sur agar sans sucre. 800 ×.

Chlorella viscosa Chod. (nov. spec.)

Ce *Chlorella* a été isolé à partir de triages effectué dans le but d'isoler les gonidies du *Cladonia endiviaefolia* Fl.

Il forme (n° 69 de la collection) sur agar-Detmer $^1/_3$, des colonies vertes qui en trois mois atteignent 2 à 3 mm de diamètre; elles sont brillantes, un peu bombées. Sur agar-glycose elles forment rapidement de gros disques épais brillants de couleur vert marbré, d'un vert gai irrégulier. Ces disques ne sont pas zonés, ni rugueux ni plissés mais parfaitement lisses. Avec le temps les cellules se décolorent sur ce milieu et la colonie brillante qui atteint en six mois 1 à 2 centimètres de diamètre prend une teinte jaune très caractéristique.



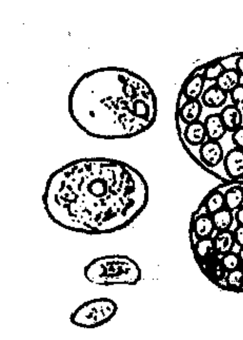


Fig. 98. *Chlorella viscosa* Chod. Culture sur gélatine sucrée. 800 ×.

La croissance sur gélatine sucrée est rapide; il se forme tout d'abord des croûtes festonnées et ridées, de couleur foncée, lesquelles s'étalent progressivement sur le milieu et qui en un mois et demi atteignent un diamètre de trois centimètres. La surface est comme semée de petites

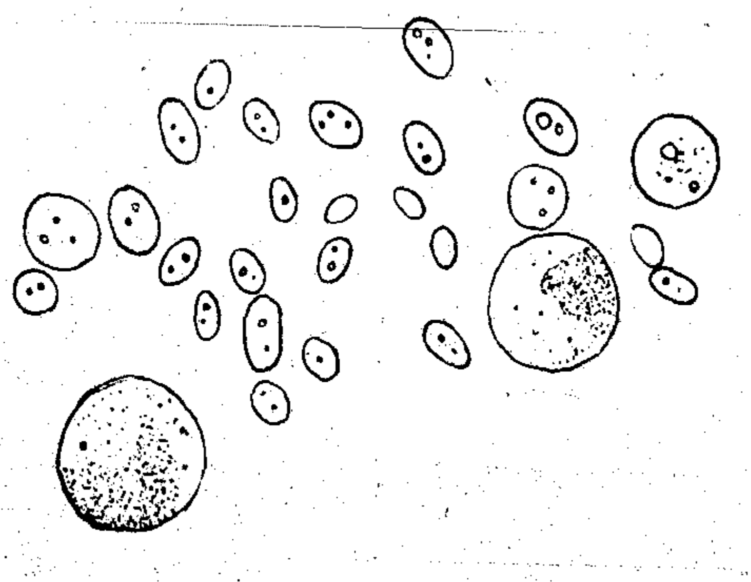


Fig. 99. *Chlorella viscosa* Chod. Agar-glycose. 800 ×.

dépressions. La portion qui se développe dans la gélatine se décolore et prend une teinte ocracée. Il n'y pas de liquéfaction.

Sur agar sans sucre (fig. 97 et 100), les cellules sont de forme variée, arrondies, plus ou moins ellipsoïdes; les sporanges sont sphé-

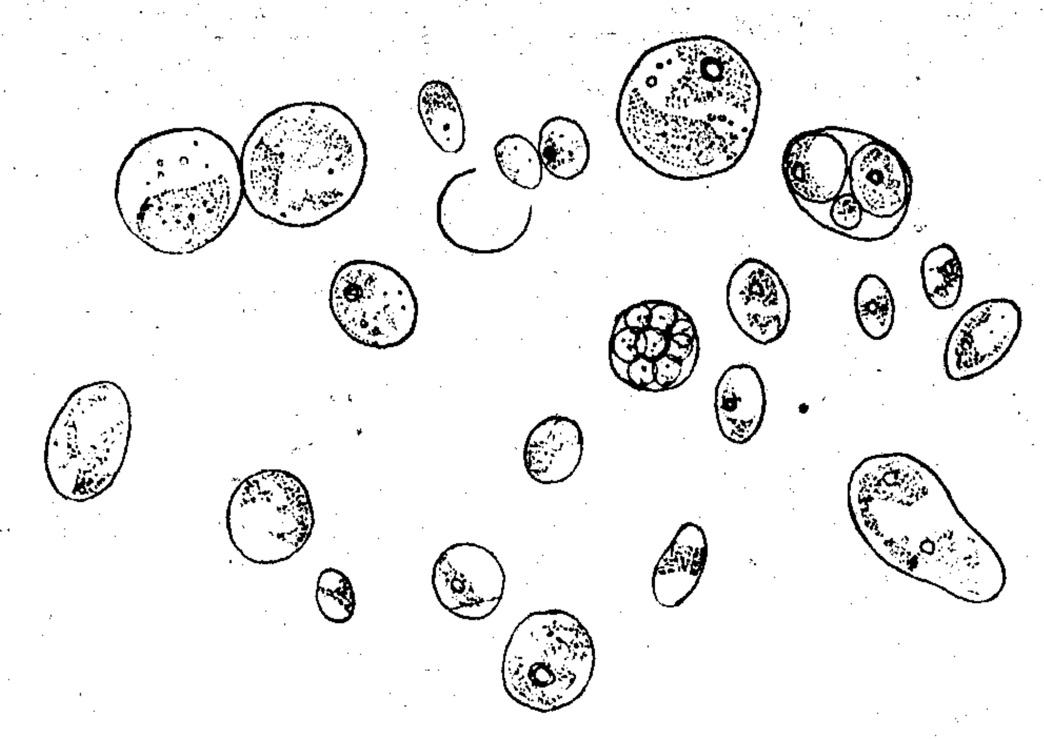


Fig. 100. *Chlorella viscosa* Chod. Agar-Detmer $^1/_3$. 800 ×.

riques et produisent beaucoup de spores arrondies ellipsoïdes, oblongues, etc. Le chromatophore est irrégulièrement incurvé en plaque ou en long ruban contourné. Il y a un pyrénoïde assez difficile à distinguer mais qui apparaît clairement en utilisant l'eau iodée. Sur ce milieu le contenu cellulaire est un peu granuleux; les cellules spores sont oblongues et nombreuses. Cette espèce par sa morphologie est intermédiaire entre les *Chlorella* et les *Oocystis*.

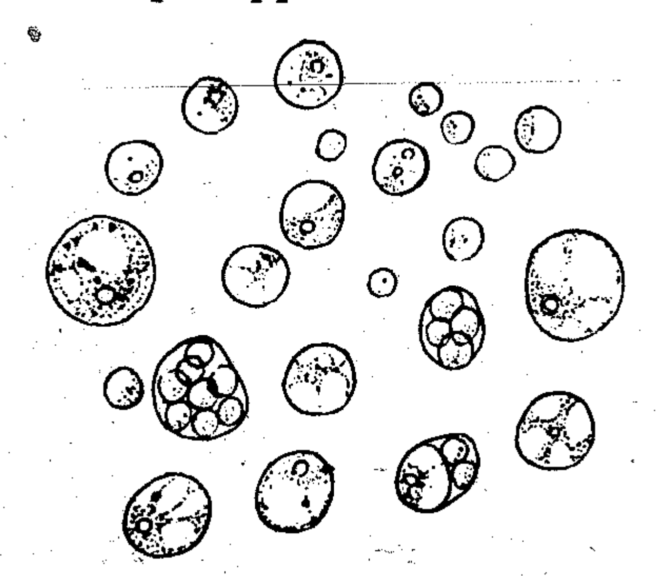


Fig. 101. *Chlorella luteo-viridis* Chod. Culture sur agar-Detmer $^1/_3$. 800 ×.

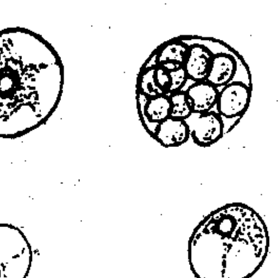


Fig. 102. *Chlorella luteo-viridis* Chod. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

Sur agar-glycose on trouve (fig. 99), à côté de grosses cellules géantes arrondies, beaucoup de petites spores ellipsoïdes incolores dépourvues de chlorophylle mais riches en granulations très réfringentes.

Sur gélatine sucrée (fig. 98) il y a beaucoup de grosses cellules à pyrénoïde distinct; la plupart de ces cellules sont divisées en petites spores plus grosses, arrondies, groupées en forme de mûre.

C'est de tous nos *Chlorella* celui qui se développe le plus activement sur gélatine-glycose. Il n'y forme pas de gelée. Ce serait une des espèces qui se prêterait le mieux par sa rapidité de croissance à des expériences de physiologie.

Dimensions: 6/12 μ. – 15 μ. – spores 5/2 – 5/6 – 2,5/2,5 μ.

Chlorella luteo-viridis Chod. (nov. spec.)

Cette espèce m'a été envoyée par Monsieur Kufferrath qui l'a isolée d'une eau de Belgique.[1]) Elle diffère des précédentes par ses colonies jaunes et vertes sur agar sucré. Sur agar sans sucre ces colonies restent vertes mais se développent peu; en deux mois elles

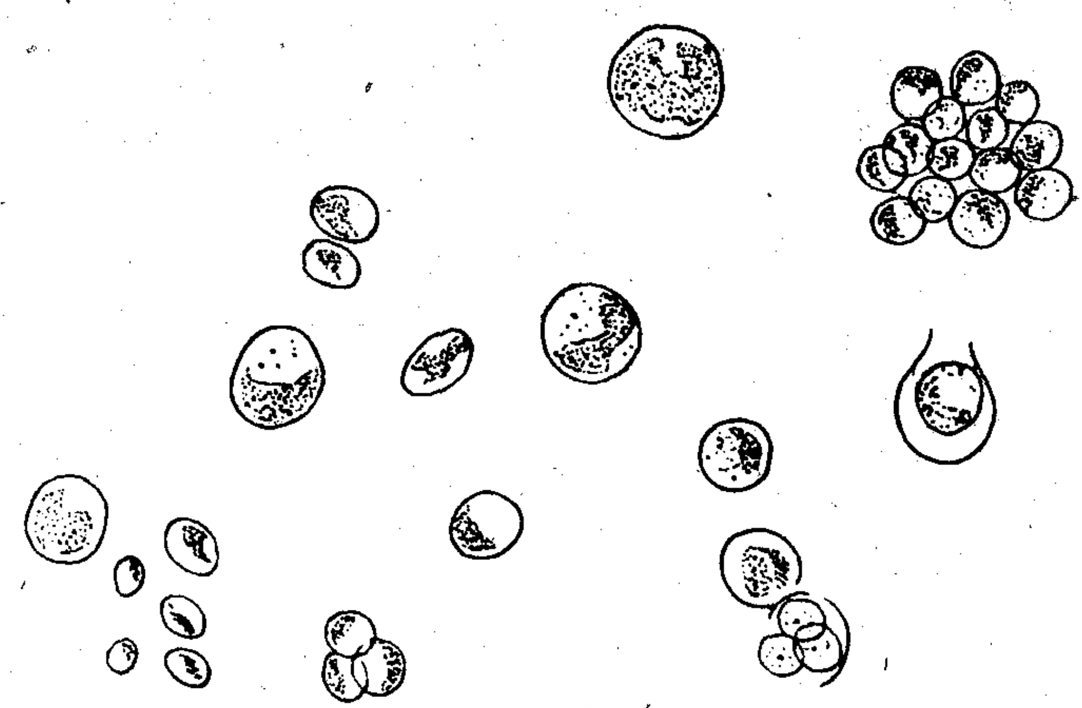


Fig. 103. *Chlorella Cladoniae* Chod. (nos 62 et 68). Culture sur agar sans sucre. 800 ×.

y atteignent à peine deux millimètres de diamètre. Au contraire, sur agar-glycose les disques dépassent plus de 2 cm de diamètre, ils sont zonés vers le bord, le centre reste vert pomme, il est entouré par un anneau vert, puis par un anneau jaune. Plus tard il se fait du centre vers la périphérie quelques stries rayonnantes jaunâtres. La surface des disques est d'un éclat graisseux. Sur gélatine-glycose ils forment de gros boutons vert jaune granulés; plus tard les colonies s'étendent et verdissent à la surface. Il n'y a aucune liquéfaction (Pl. III, fig. 13).

Les cellules sont presque toutes arrondies (fig. 101, 102) à membrane mince, le plasma contient de fines granulations, il est ordinairement fortement vacuolisé. Le chromatophore est en forme de plaque latérale, relativement petit et muni d'un pyrénoïde très distinct. Déjà dans les colonies qui ont crû sur agar sans sucre on voit au microscope qu'il y a mélange de cellules vertes et de cellules incolores, et tous les

[1]) W. Conrad et H. Kufferrath, Addition à la flore algologique de Belgique, Bull. Soc. bot. Belg. (1912) 322.

intermédiaires. Ceci est encore plus visible sur milieu gélatinisé où les cellules sont d'un tiers plus grosses. Sur agar sucré, les cellules se remplissent de globules huileux.

Dans la gélatine glycosée la colonie reste verte en surface à l'air, mais la portion qui s'est développée le long de la piqûre profonde jaunit rapidement. Si par hasard les premières cellules développées avaient été dispersées dans la gélatine, les colonies qui se forment en profondeur deviennent jaunes décolorées; celles qui sont à niveau sont vertes en surface et jaune en profondeur. Il y a là évidemment une action de l'oxygène.

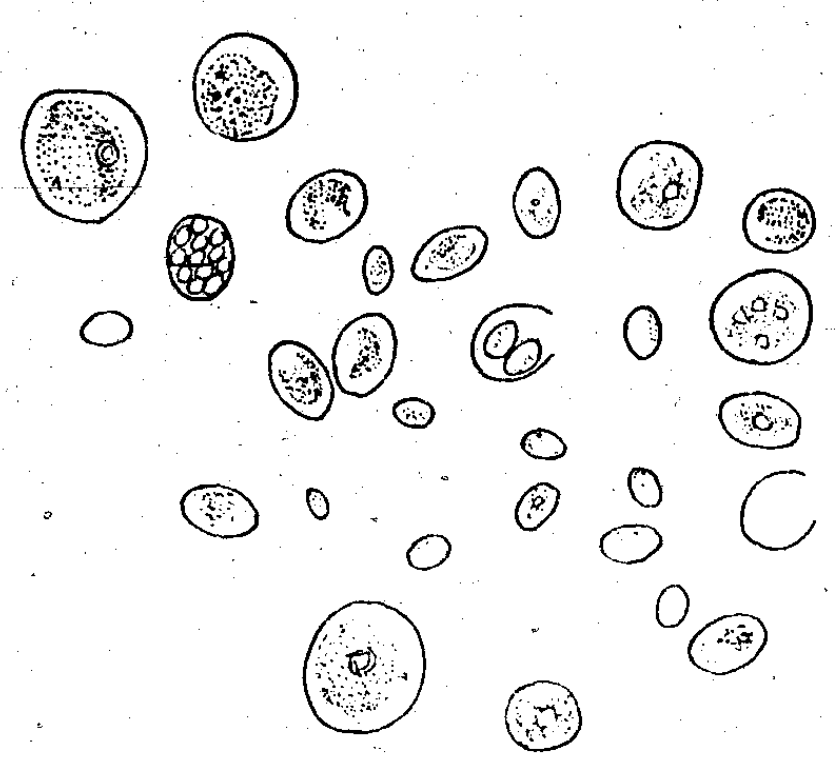


Fig. 104. *Chlorella Cladoniae* Chod. Culture sur xylose. 800 ×.

Nous avons cette même espèce sous trois variétés: le n° 95 jaunit moins sur gélatine sucrée que le n° 98 appelé par nous *Chlorella luteo-viridis* var. *tenuistrata*. D'autre part le n° 111, produit sur agar-glycose des disques qui jaunissent plus rapidement[1]. L'étude ultérieure nous dira qu'il s'agit dans ce cas des variétés stables. La morphologie et la cytologie des cellules est la même dans les trois. Il y a cette différence entre le *Chlorella luteo-viridis* Chod. et le *Chlorella luteo-viridis* var. *tenuistrata* Chod. que cette dernière sur gélatine forme un enduit beaucoup plus mince mais plus étendu que le premier.

Dimensions: 10/10, 6/6, 4/4, 2/2 μ.

Fig. 105. *Chlorella Cladoniae* Chod. Culture sur agar galactose (spores). 800 ×.

Chlorella Cladoniae Chod. (nov. spec.)

Isolée de triages de gonidies des lichen *Cladonia rangiferina* (n° 62 de la collection) et *C. endiviaefolia* F. (n° 68 de la collection), cette algue se comporte comme *Stichococcus lacustris* Chod., en produisant sur agar-glycose de gros disques visqueux, vaselineux qui en un à deux mois s'étendent sur toute la surface de l'agar. J'ai réuni les n°s 62 et 68 sous le même binôme quoiqu'il y ait de petites différences. On

[1]) var. *lutescens* Chod. l. c. (1912) 322.

pourrait cependant distinguer le n° 62 qui est dans le même temps à la fois plus vigoureux et plus vert.

Sur gélatine-glycose le *C. Cladoniae* Chod. produit des disques vert foncé, minces enduits festonnés qui en trois mois atteignent 2 à 3 centimètres de diamètre. La surface de ces enduits minces est comme parsemée de dépressions qui donnent à ces larges colonies un peu l'apparence d'un thalle du lichen *Endocarpon miniatum (Dermatocarpon)*. Cette surface est brillante, mais il lui manque la consistance semi-sirupeuse ou vaselineuse des cultures sur agar. A ce propos il convient d'insister sur l'apparence très différente que peut présenter la morphologie des colonies des algues unicellulaires sur des milieux différents. Il semble que la colonie peut, quant à sa morphologie, être comparée à un organisme pluricellulaire. Il y a une morphologie des colonies, parfois tout aussi caractéristique sinon plus que la morphologie cellulaire. J'ai cultivé cette espèce (n° 68) sur les milieux suivants: agar-glycose, mannose, galactose, fructose, mannite, dulcite, arabinose, xylose, à la dose de 2 %, pour agar-Detmer $^1/_3$. Les disques sont gélatineux et au bout de plus d'un mois atteignent sur glycose qui est la nourriture eugénésique 6 mm de diamètre. Chaque sucre provoque un autre aspect de la colonie. Alors que sur glycose le disque est vert jaune, sur fructose il est un peu plus petit, plus gélatineux mais de même couleur. Encore sensiblement plus petit sur galactose et sur mannose, il est vert franc sur galactose tandis que la couleur de ce disque est pour le mannose entre ce qu'elle est pour le glycose et le galactose. Avec la mannite le disque est vert jaune à peu près de la même dimension que celui du mannose. Au contraire le dulcite, l'arabinose et le xylose ne fournissent que des disques dont le diamètre est 4 fois plus petit que celui des cultures sur glycose et qui permettent d'examiner le mieux la structure de l'algue. Les cellules y sont particulièrement grosses (fig 104), le chromatophore en plaque centrale muni d'un gros pyrénoïde entouré de petits grains d'amidon. Il y a parfois plus d'un pyrénoïde. Le chromatophore est souvent fortement replié. Quant aux cellules spores elles sont ou peu nombreuses et arrondies ou plus nombreuses et dactylococcoïdes. Les cellules qui se sont développées sur xylose ne montrent pas de graisse dans leur intérieur. Sur dulcite, la multiplication est plus rapide que

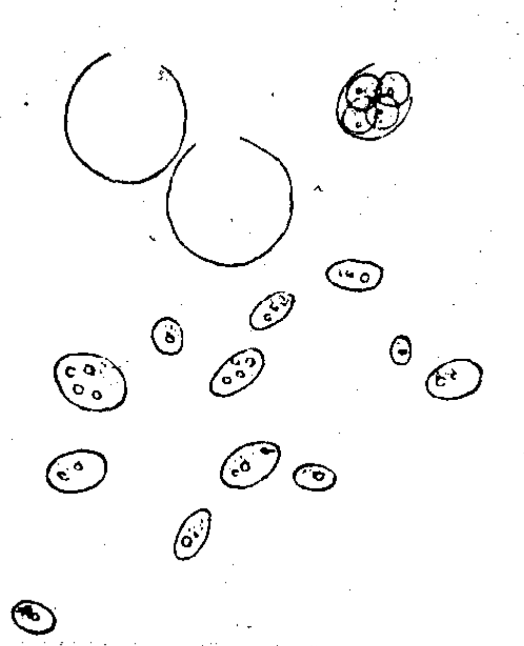


Fig. 106. *Chlorella Cladoniae* Chod. Cultures sur agar-lévulose; sporanges vides et spores. 800 ×.

sur xylose, c. à. d. la formation des spores se fait si facilement qu'on ne trouve guère plus que des cellules dactylococcoïdes. Il n'y a presque pas de cellules arrondies. La forme est la même sur arabinose et sur ces trois derniers milieux les cellules sont sans globules graisseux. Au contraire sur les autres sucres, même sur galactose (fig. 105), il y a beaucoup de graisse dans les cellules, cellules mères et cellules spores dactylococcoïdes (fig. 103—106).

La gelée dont on a parlé est visqueuse; dans les disques qui ont jauni elle se laisse colorer en bleu par le bleu de méthylène.

Dimensions: 10/12, 12/12, 5/5, 6/6, 6/4 μ et plus petites.

De tous ces *Chlorella* un seul liquéfie bien la gélatine, c'est le *C. rubescens* Chod. Cependant sous son influence la gélatine n'y devient pas complètement fluide comme cela arrive pour plusieurs *Scenedesmus*. Quand même la totalité de la gélatine est liquéfiée, elle conserve après plusieurs mois une viscosité remarquable; le *C. coelastroides* Chod. ramollit un peu la gélatine; il semble produire un peu de ferment protéolytique. Mais il n'y a pas de liquéfaction proprement dite.

Le *C. vulgaris* Beijr. avec ses variétés, ramollit aussi un peu ce milieu et ceci étant, il se répand assez facilement. Seules les variétés n° 19 et n° 90 liquéfient partiellement (il va sans dire, en dehors de toute présence de bactéries) les autres, même après six mois n'ont pas modifié la gélatine.

Le *Chlorella lichina* Chod. forme, sur ce milieu, des disques d'apparence *Strigula* ou qui ressemblent à un gros *Coleochaete scutata* de Bréb. à marge souvent incisée, ramifiée et digitiforme. La couleur est vert clair jaunâtre et la surface de la colonie ni très humide ni brillante, mais ridée, ponctuée et granuleuse.

Le *Chlorella lacustris* Chod. forme sur gélatine des disques singulièrement munis de côtes, les unes circulaires, les autres radiantes ou anastomosées. La surface des disques est sèche et non brillante.

Tout autres sont les grands disques du *Chlorella viscosa* Chod. Ils ressemblent extérieurement au thalle de l'*Endocarpon miniatum* L. (lichen) et sont très larges et lobés comme un disque de *Peltigera* avec des dépressions sur les grandes croûtes, vert foncé et brillantes.

Le *Chlorella luteo-viridis* Chod. y forme des disques vert foncé un peu festonnés, assez épais et nettement coupés au bord.

Quant au *Chlorella Cladoniæ* Chod, ses croûtes sont, sur ce milieu, très semblables à celles du *Chlorella viscosa* Chod.

On a pu le voir, la morphologie des colonies sur gélatine-glycose est très différente de celle qu'on observe sur agar. C'est encore un

xemple de chimiomorphose et une preuve de l'extrême plasticité de es êtres qui, selon les circonstances, revêtent des faciès sociaux otalement différents, sans cependant changer de nature. Pour quelues-uns j'ai montré la dépendance qui existe entre leur apparence t la nature des sucres ainsi que leur stéréochimie. Il y aurait dans ette direction d'intéresantes recherches à pouruivre.

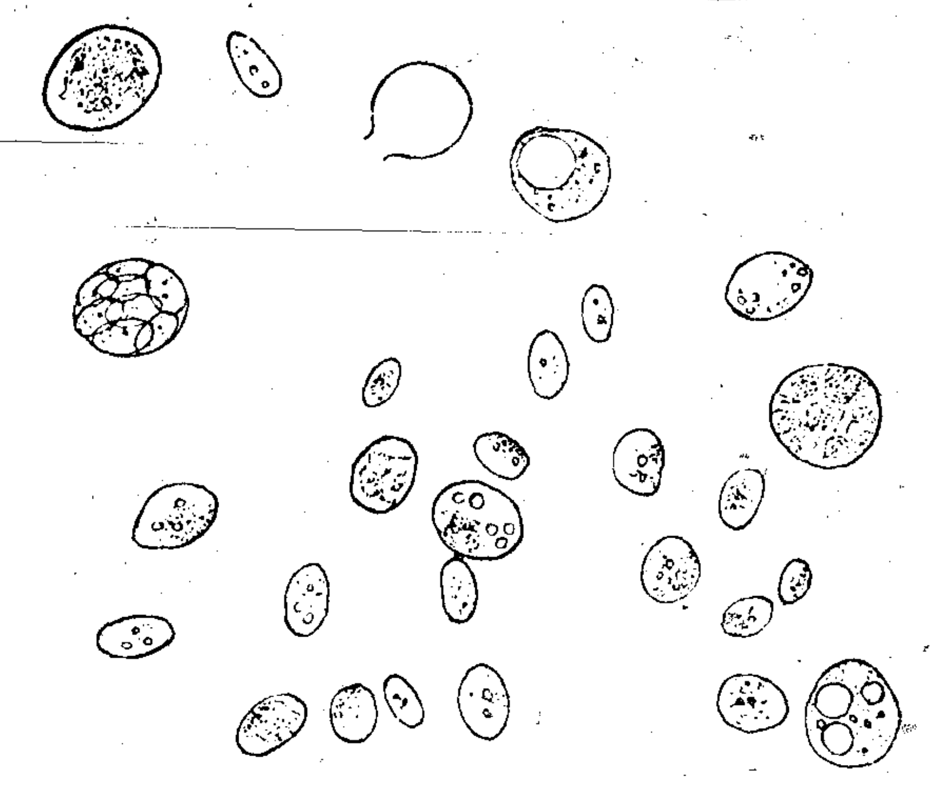


Fig. 107. *Palmellococcus symbioticus* Chod. (no. 71). Cult. sur agar-glycose. 650 ×.

Comme conclusion je dirai que la systématique des *Chlorella* est affaire d'expérimentation en culure pure et que désormais les micro-floristes feront bien de renoncer à publier des noms à propos de ces Algues vertes arrondies, avec ou sans pyrénoïde. Lorsque, à ces cellules vertes, sont associées des structures définies, soies, piquants, sculptures, on pourra peut-être hasarder un nom provisoire. J'ajoute que mes expériences montrent, par derrière cette extrême plasticité, une stabilité spécifique extraordinaire. Ce n'est pas ici que les théoriciens trouveront, plus facilement que chez les plantes supérieures, la solution du problème de l'origine de l'espèce, et l'explication de l'évolution. La nature biologique est une; la stabilité des espèces est du même ordre chez les plantes inférieures que chez les plantes supérieures. Chez ces dernières, lorsqu'on a expérimenté, les espèces élémentaires se sont trouvées stables. Je laisse de côté les faits de mutation difficilement contrôlables. Je n'ai malheureusement que peu de faits qui parleraient en faveur de cette théorie et ne veux rappeler que ce qui a été dit à propos du *Chlorella lacustris* Chod.

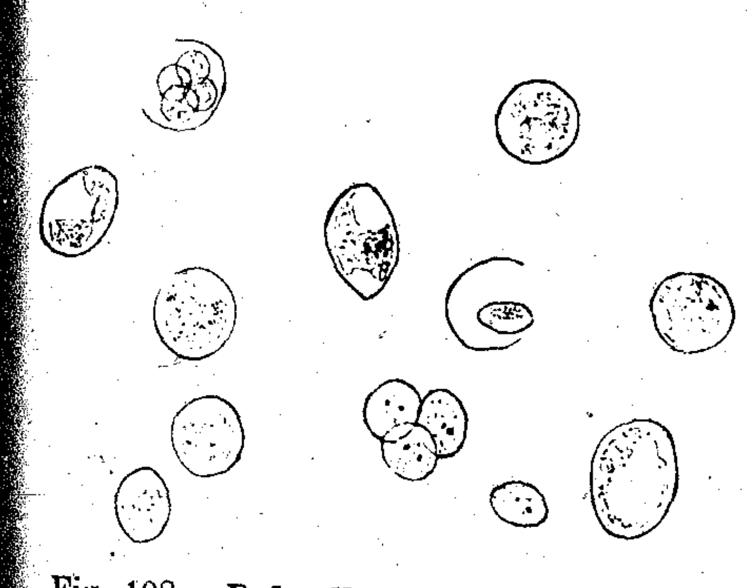


Fig. 108. *Palmellococcus symbioticus* Chod. Id. 650 ×.

Palmellococcus Chod.[1])

Je conserve ce genre, voisin de *Chlorella*, tel que je l'ai désigné dans mes Mémoires antérieurs et en particulier dans l'« Etude ».

Il diffère de *Chlorella* Beijr. par un chromatophore sans pyrénoïde. Les zoospores sont absentes. Dans un groupe aussi difficile à définir que celui des chlorelles, il est bon de retenir un caractère aussi saillant que celui du pyrénoïde comme indice générique.

Palmellococcus symbioticus Chod. (nov. spec.)

Cette espèce (nº 71 de la collection) a été triée d'une culture de gonidie de lichen, extraite du *Cladonia gracilis*. Elle forme rapidement sur agar sucré un disque brillant, visqueux, qui s'élève au-dessus du substratum. Au bout d'un mois le centre est devenu plus jaune et le reste vert pomme. Par ce caractère elle ressemble au *Chlorella Cladoniae* Chod. (nos 62, 68), lequel s'étend également en produisant des enduits.

Dimensions: 12/10, 9/9, 9/6, 6/4, 10/10 μ.

Mais d'autre part ces *Palmellococcus* ressemblent en culture sur agar si étonnamment au *Stichococcus Diplosphaera* Chod. qu'on a peine à saisir, sur ce milieu, des différences notables dans l'aspect général des cultures (conf. nos 18, 49, 102). Cependant les *Palmellococcus* de ce type ont des disques vaselinés moins marbrés que ceux du *Stichococcus Diplosphaera* (Bial.) Chod.

Sur gélatine sucrée qu'ils ne liquéfient pas, les disques croissent lentement; en trois mois il s'est formé des colonies vert foncé dont le bord, finement festonné, s'élève brusquement au-dessus du substratum et dont la surface est granulée, perlée, alors que dans le même temps le *Chlorella Cladoniae* Chod. (nº 62, 68) produit des enduits festonnés peu élevés, au moins trois fois plus développés et comme parsemés de dépressions, d'impressions circulaires. Un autre caractère distinctif c'est que dans le même temps les enduits visqueux qui sur agar sucré, en deux mois s'étendent sur toute la surface, sont ici plus jaunes que dans le *Chlorella Cladoniae* Chod.

Cultivées sur agar-glycose, les colonies atteignent, au bout de deux mois, un à trois centimètres. Les cellules mères y sont arrondies (fig. 107 et 108) à membrane mince sans villosité ni sculpture et elles atteignent 4 à 10 μ de diamètre. Le chromatophore en plaque plus ou moins festonnée est dépourvu de pyrénoïde, mais produit dans ces conditions quelques granules d'amidon. On voit dans le plasma des glo-

[1]) Chodat, R., Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées. Bulletin de l'Herbier Boissier II (1894), 601. — Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues, Genève 1909.

bules de graisse blanche. Les sporanges, transportés dans l'eau, se vident rapidement en déversant leurs spores par un trou de la membrane. Celles-ci, au nombre de 4 à 16, sont irrégulières, ellipsoïdes, baculiformes, ovales ou arrondies. Les petites ont $^{6}/_{8}\,\mu$ ou sont même plus petites. Examinées au microscope, les cellules qui ont crû sur ce milieu sont pâles, car le chromatophore n'occupe qu'une petite partie de la cellule. La gelée sécrétée et qui donne aux colonies l'apparence visqueuse ne se colore pas par l'iode. Le réactif bleu de méthylène ne colore pas l'extérieur des sporanges mais permet de déceler entre les spores, dans la cellule mère, une gelée colorable. Lorsque le sporange est vidé, on voit bien que sa zone interne est pectosique, car elle se colore en bleu, tandis que la couche externe se laisse teindre en rouge par le Rouge-Congo. On voit donc que la gelée qui donne aux colonies de cette algue leur aspect gélatineux n'est ni pectosique, ni cellulosique. La gelée intersporaire se colore aussi par la vésuvine.

Palmellococcus saccharophilus (Krüger) Chod.[1]

(Pl. V, fig. 26, 28, 30.)

Cette espèce (n° 43 de la collection) a été pour la première fois isolée par Krüger de l'écoulement du *Populus alba;* il l'a nommée *Chlorothecium saccharophilum.* Nous l'avons en culture depuis 1896. Sur agar-Detmer elle croît lentement et reste verte. L'addition de lactose accélère à peine son développement; elle reste verte sur ce milieu. Sur agar-glycose, elle croît avec vitesse et produit des disques en coussinets qui deviennent rapidement jaune vert avec liseré plus vert jaune. Avec le temps, on voit apparaître sur les disques une zonation; le centre devient jaune crème, le liseré jaune et l'espace intermédiaire vert. Il y a entre les disques du *Coccomyxa gracilis* Chod. et ceux du *Palmel-*

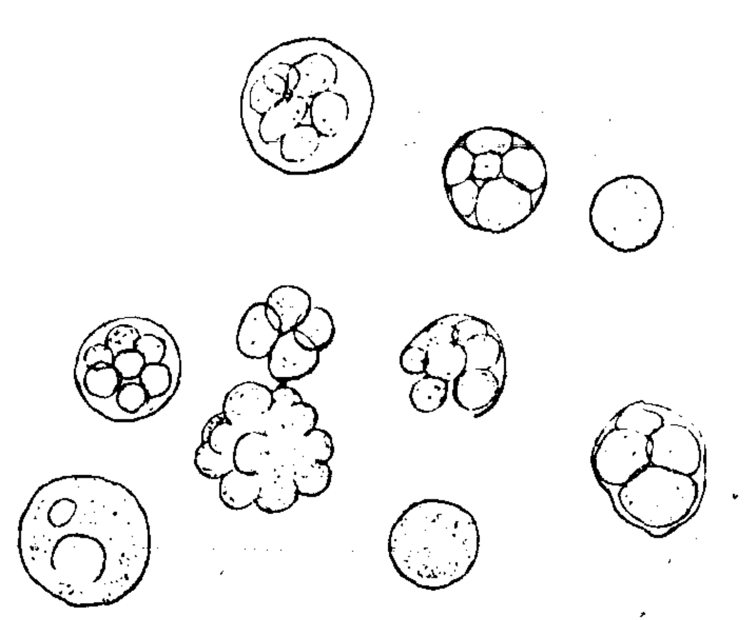


Fig. 109. *Palmellococcus protothecoides* (Krüg.) Chod. Agar-glycose. 800 ×.

[1]) Krüger. Über zwei aus Saftflüssen reingezüchtete Algen, in Zopf, Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, Leipzig (1894), 92; *Chlorella saccharophila* (Krüger) Wille, in Engl. Nat. Pflz. Fam., Nachträge zum I. Teil, II. Abteilung (1909), 54; *Palmellococcus saccharophilus* (Krüger) Chod., Polymorphisme (1909), 103.

lococcus saccharophilus (Krüg.) Chod. des ressemblances frappantes quant au mode de décoloration. Mais les disques de ce dernier sont beaucoup plus déprimés et non pas en coussinets plus ou moins bombés. Ici, la striation rayonnante est marquée. Ces stries sont alors vertes ou jaunes et ceci donne à la colonie une apparence d'éventail étalé; mais c'est surtout en culture sur gélatine sucrée que se marquent les différences; tandis que sur sur ce milieu le *Coccomyxa gracilis* Chod. ne forme que de petits boutons aggrégés et vert foncé, le *P. saccharophilus* Chod. donne naissance à des disques de 1 centimètre de diamètre bordés d'un liseré foncé, élégamment strié transversalement et à partir duquel s'étend une dépression circulaire, dont le fond est plus ou moins lisse (fig. 30, pl. V).

Sur agar-glycose-peptone les disques atteignent, dans le même temps, le double du diamètre de ceux qui ont crû sans peptone; la couleur verte reste intense. Cependant il se fait tardivement un jaunissement au bord et au centre. (Pl. V, fig. 28.)

D'après Krüger, cette algue serait tuée entre 44 et 45° par la chaleur humide, vers 64 à 65° par la chaleur sèche. Elle ne sait pas dédoubler le saccharose, un peu mieux le maltose; le galactose est déjà une meilleure nourriture, mais ni le lactose, ni le saccharose ni l'inuline ou la glycérine ne sont nutritifs. Elle sait utiliser les sources d'azote suivantes: nitrate de potassium (0,25 %), sulfate d'ammonium, nitrate d'ammonium, tartrate d'ammonium, asparagine, peptone. Mais, d'après mes recherches, si l'azote nitrique suffit pour un bon développement, la peptone accélère énormément la croissance quand elle est associée au glycose ou au galactose. Dans ces mêmes conditions, le maltose et le lactose sont à peine assimilés. On peut l'habituer progressivement à supporter des concentrations très élevées, par exemple 10 % de sulfate de magnésie.

Palmellococcus protothecoides (Krüg.) Chod.

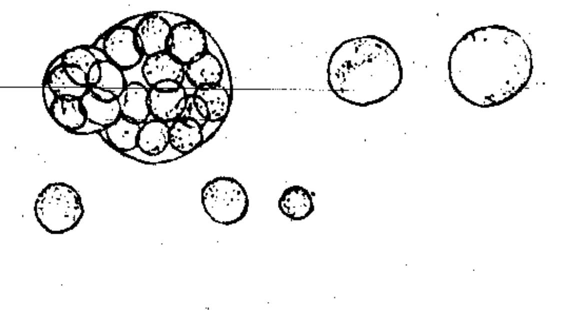
(Pl. V, fig. 25, 27, 29.)

Cette espèce (n° 20 de la collection) qui ressemble un peu dans son développement au *Palmellococcus variegatus* (Beijr.) Chod. a été extraite d'un écoulement du tronc de *Populus alba*. Elle a été nommée par Krüger *Chlorella protothecoides*[1]) (fig. 109).

Sur agar sucré, elle forme des disques vert jaunâtre, verts dans la profondeur qui bientôt se décolorent de la périphérie vers le centre et se transforment finalement complètement. En devenant blanc cireux, elle conserve néanmoins, sous cette forme albicante, toute sa

[1]) Krüger, l. c., Tab. V. — *Palmellococcus protothecoides* (Krüg.) Chod. Etudes, etc., l. c. (1909), 103.

vitalité et se laisse alors repiquer avec constance. L'addition de peptone accélère beaucoup sa croissance qui est lente et pauvre sur agar sucré (pl. V, fig. 25). Elle forme sur ce dernier milieu de tout petits disques arrondis, aplatis, vert foncé, plus ou moins mat, granulés, jamais lisses ni vernissés, ni décolorés; elle ne réussit pas sur agar sans sucre ; sa croissance est meilleure sur agar-lactose ; elle y forme de petits disques vert jaunâtre. Même après de longs mois cette espèce ne liquéfie pas la gélatine. Sur gélatine-glycose elle forme des disques vert pomme, plats, un peu festonnés, plus verts au centre, alors que dans les mêmes conditions, le *P. variegatus* (Beijr.) Chod. fournit des disques analogues mais parfaitement incolores. A l'intérieur de la gélatine, lorsque, par la température du local, en été, la gélatine a été fondue, les colonies restent vert pâle même dans le fond du liquide lorsque ce dernier a été de nouveau solidifié. Cette couleur verte est même plus intense qu'à la surface de la gélatine. On remarque aussi quelque chose d'analogue chez le *P. variegatus* (Beij.) Chod.



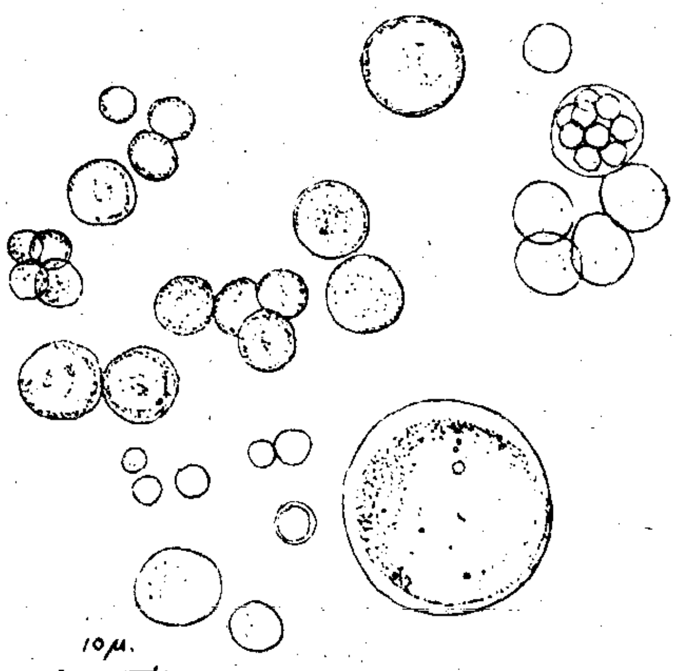


Fig. 110. *Palmellococcus variegatus* (Beijr.) Chod. 800 ×.

Sur agar-glycose-peptone elle forme au bout de trois mois des disques de plus de un centimètre de diamètre (pl. V, fig. 27) qui se décolorent au bord. Dans le même temps, sur agar-glycose, elle croît avec lenteur et ne forme que de petits disques incolores, verdâtres dans la profondeur. On peut bien dire de cette algue qu'elle est une peptone-algue et qu'elle n'assimile que difficilement l'azote inorganique. C'est ce qu'avait déjà reconnu Krüger, lequel a montré que les meilleures sources d'azote sont: peptone, asparagine et chlorure d'ammonium (l. c. 115).

Au bout de quelques mois, les colonies sur agar-glycose-peptone se décolorent aussi (pl. V, fig. 29).

Dimensions: 15/15, 10/10, 7/7, 3/3 μ.

Elle croît avec vigueur en présence de monosaccharides comme glycose, galactose, associés à la peptone, et aussi en présence de dissaccharides comme maltose et lactose, dans les mêmes conditions. Et ceci tout aussi bien dans la lumière que dans l'obscurité.

Palmellococcus variegatus (Beijr.) Chod.
(Pl. VI, fig. 36.)

Nous parlerons des expériences de Beijerinck après nos définitions différentielles. Cette curieuse espèce (nº 21 de la collection) appelée par Beijerinck *Chlorella variegata* croît mal sur agar sans sucre; elle n'y forme qu'un filet jaune gris ou des taches presque incolores; sur agar-Detmer (1/3, 1/2, 1/1), elle fournit des colonies vertes même dans l'obscurité. Sur agar-glycose elle se développe rapidement en formant des disques qui blanchissent mais conservent une racine jaune vert. Le galactose est aussi un monosaccharide bien assimilable tandis que les maltose, lactose et saccharose sont à peine assimilés. La croissance qui est faible sur agar-lactose donne cependant naissance à des disques dont le centre reste plus longtemps vert foncé; comparant à la culture sur agar-Detmer 1/3, il est intéressant de constater que sur ce dernier milieu la tendance à la décoloration est plus rapide que sur lactose. Il n'y a pas de liquéfaction de la gélatine. Sur ce dernier milieu additionné de glycose elle forme finalement des disques plats et blancs. Elle réussit assez mal sur agar-saccharose; elle ne semble pas assimiler facilement ce dissaccharide. Mais sur agar-peptone-glycose elle croît activement en produisant de grands disques légèrement festonnés, avec de fines granulations de surface, de couleur vert foncé, ou se décolorant parfois au bord.

Dimensions: 20/20, 9/9, 8/8, 2,5/2,5 μ (fig. 110).

Beijerinck a montré que cette algue, sur certains milieux, produit des disques qui sont inégalement colorés, panachés, de là le nom de *variegata*. On a parfois cité cette plante comme une preuve de la mutation expérimentale; on aurait trouvé le moyen de produire à volonté une race incolore stable en partant du type vert ou du type panaché. Beijerinck qui a découvert et décrit cette intéressante espèce était de cette opinion que, dans sa décoloration, l'Algue était parfois assez modifiée pour pouvoir maintenir cette teinte chlorotique dans la descendance des cellules qui auraient subi cette mutation. J'ai fait moi-même à partir de cellules vertes et de cellules incolores des triages minutieux et répétés, par lesquels on s'assurait de la pureté de la race. On choisissait soit la descendance des cellules vertes, soit la descendance des cellules blanches de plusieurs des colonies obtenues par un second, un troisième triage; on espérait, en continuant la sélection, obtenir ainsi une race pure blanche et une race pure verte. Cette question se rattache plus largement à notre sujet par le fait que ce même phénomène de la panachure s'observe chez plus d'un *Sticchococcus*, et chez plusieurs autres Algues en culture pure. Elle a une telle portée générale qu'elle

s'impose nécessairement à notre attention. J'ai fait continuer ces recherches par Mademoiselle Mendrewska et voici les résultats obtenus dans cette collaboration :

J'ai dit que la décoloration de cette algue se fait rapidement sur milieu glycosé; elle se maintient dès lors presque indéfiniment sous cet état. On ne la distinguerait pas d'un *Prototheca.* On pouvait donc croire à une forme stable blanche, ce qui a fait dire à Beijerinck: «Sowohl aus den grünen wie aus den weissen Kolonien erwächst ein sehr eigentümliches... nämlich ein buntes Gemisch von tief grünen, einigen gelblichen und vielen erblich stabilen weissen Kolonien.» (V. pl. VI, fig. 36).

Cependant, dans nos expériences, les colonies incolores, réensemencées sur milieux nutritifs inorganiques comme la solution Detmer diluée, ou sur des milieux organiques, contenant de la peptone, verdissent au bout d'un temps plus ou moins long. Beijerinck a, lui aussi, obtenu le même résultat en réensemençant des colonies blanches dans le milieu nutritif minéral, mais il attribua ce retour (vid. l. c., p. 19) au fait qu'il devait y avoir eu, dans les colonies blanches employées aux ensemencements, des cellules vertes isolées ou des cellules qui auraient gardé la possibilité de redevenir vertes et que ces cellules auraient pris le dessus sur les autres : « werden die vollständig farblosen Kolonien ausgesäet in anorganische Nährlösungen, ... so findet auch im Lichte, wie zu erwarten war, meistens kein Wachstum statt. Es gibt jedoch Ausnahmen, welche bei Verwendung von gelblichen Kolonien zur Regel werden, und wobei normal grüne *Chlorella*-Kulturen entstehen, was offenbar darauf beruht, dass auch vereinzelte grüne Zellen, oder solche, welche wenigstens die Anlage zum Grünwerden noch bewahrt haben, in den weissen zur Aussaat verwendeten Kolonien vorkommen und bald die Überhand über alle bekommen (l. c., p. 20).»

Ainsi qu'on le verra plus loin, on ne saurait méconnaître une certaine mutabilité chez cette Algue; il peut y avoir perte momentanée du caractère de pigmentation, incapable de se manifester, mais au bout d'un certain temps et assez brusquement le caractère réapparaît. Il était donc latent; mais pour le manifester il devenait nécessaire de l'amener à un certain degré de maturation par une espèce de rééducation progressive. Dans l'expérience qui nous occupe et que j'ai surveillée moi-même, après avoir fait de mon côté triages et repiquages, le caractère de pigmentation qui avait disparu, et qui se maintenait négatif pendant de longues générations et après plusieurs repiquages, réapparaît parfois spontanément et en quelques jours et pour la totalité des cellules vivantes, sans que, dans le milieu externe, il y ait eu un changement qui expliquerait ce brusque

retour; il faut donc supposer que le pouvoir de verdir dépend non seulement d'un gène spécial, mais aussi de circonstances minimes qui pour atteindre la somme utile doivent avoir été accumulés pendant une période plus ou moins longue pour produire un effet.

Beijerinck croit que l'affaiblissement du pouvoir de verdir est dû à l'action de substances organiques de différentes natures: «eine sehr starke Ernährung mit organischen Körpern, wie Zucker und Peptone ermöglicht die Fortexistenz der gelblichen Formen, welche aus weissen *Prototheca*-Zellen besteht, untermischt mit gelblich gefärbten. Sobald die Erschöpfung des Bodens beginnt, bleibt am Rande der Striche das Wachstum ziemlich unverändert, während in dessen Mitte die tief grüne *Chlorella* die Überhand gewinnt.» Il y a dans cet exposé du vrai et du faux. Il fallait séparer les substances organiques en deux catégories: substances azotées: peptone; substances non azotées: sucre. Dans toutes nos expériences et celles de Mademoiselle Mendrewska, la peptone s'est montrée le facteur essentiel du verdissement, celui-ci ne se faisant pas dans un milieu riche en sucre assimilable mais dépourvu de peptone. On peut voir aussi comment, avec l'augmentation de la concentration de peptone, le verdissement devient plus intense, plus rapide (0,1 à 0,8 %) et que dans les limites de ces concentrations le verdissement est réellement proportionnel à la concentration.

Si au lieu d'associer la peptone au glycose comme nous le faisons habituellement, on offre à l'algue comme source de carbone et d'azote la peptone seule, jamais il n'y a de décoloration. Toutes les cultures sont vertes (nous en avons fait de très nombreuses) aussi bien dans la lumière que dans l'obscurité. Mais conformément à ce que nous avons toujours observé et avec toutes nos Algues, la teinte est plus pâle dans l'obscurité.

Pour résoudre définitivement cette question intéressante nous sommes parti d'une culture parfaitement décolorée sur milieux contenant 3 % de glycose et 0,8 % de peptone (Agar); ici l'excès du sucre contrebalance l'action verdissante de la peptone. Cette culture blanche provenait de repiquages répétés de colonies également blanches. Les cellules blanches y étaient donc les descendants d'une infinité de générations. Réensemencées sur le même milieu, dans l'obscurité, elles se développent bien et directement en colonies blanches; à la lumière, ces colonies sont à peine légèrement vert-jaunâtre au début et se décolorent définitivement au bout de trois semaines. On a répété cette expérience en partant des cellules incolores des nouvelles expériences, pour augmenter le nombre des

repiquages au cours desquels la plante avait été parfaitement incolore et ceci en plusieurs exemplaires et toujours avec le même résultat. Alors on a pris de l'une des cultures de la seconde série d'expériences, des cellules blanches d'un flacon qui avait séjourné à l'obscurité. Le résultat était que, sur les mêmes milieux et dans les mêmes conditions, le développement, tant à l'obscurité qu'à la lumière, se faisait sans passer par le stade initial verdâtre. Une quatrième série d'expériences semblables donne le même résultat: aucun verdissement! Maintenant on tente de ramener à l'état vert cette algue qui depuis tant de générations et en six cultures successives a produit des cellules qui ont toujours été blanches, en les transportant sur de l'agar sans sucre ni peptone, mais additionné de solution nutritive Detmer 1/3. Alors elle verdit aussi bien à la lumière que dans l'obscurité, tandis que l'expérience contrôle sur agar-glycose-peptone, à la lumière comme à l'obscurité, donne une culture qui se maintient blanche et qui grossit beaucoup en un mois. Cependant des trois colonies dans un même flacon deux verdissent spontanément au bout de ce temps tandis que l'autre reste incolore.

En conclusion, une algue qui s'était maintenue incolore pendant un nombre infini de générations et à travers plus six milieux nutritifs donne enfin naissance à des colonies incolores et à des colonies vertes et ceci sur le même milieu. Il y a donc lieu de supposer que dans la population il y avait des cellules à potentialités diverses et que, selon la théorie de Beijerinck, l'une ou l'autre des catégories l'emporte selon des circonstances fortuites. Il fallait dès lors trier de cette population les cellules une à une et examiner, sur un certain nombre qu'on aurait noté, la descendance de la lignée pure.

C'est pourquoi nous avons, à défaut de la méthode de Hansen impraticable ici, utilisé la méthode des dilutions.

Prenant peu de cellules d'une colonie incolore et de même de la colonie verte, on les dilue dans de l'eau stérile et on opère un triage à partir de l'une et de l'autre des dilutions. Il se fait, si la dilution est bien menée, une séparation des germes, assez distants pour que chaque colonie qui va se former se laisse facilement prélever au moyen d'un fil de platine pour être transportée sur un nouveau milieu. On pourrait objecter que par ce procédé les cellules ne sont pas nécessairement isolées et que, par exception, deux cellules peuvent rester accolées. Il suffira de répéter, à partir d'une colonie, un nouveau triage pour que les chances soient en faveur de l'idée que les colonies sont bien les descendants d'une seule cellule. Partant d'une des colonies incolores indiquées (p. 118) on a fait un

triage sur le même milieu. Les colonies qui se formèrent furent toutes incolores. On en choisit quelques-unes au hasard, elles furent numérotées. On s'en servit pour un nouveau triage sur le milieu nutritif suivant: solution Detmer $^1/_3$, eau $^2/_3$, glycose 2 %, peptone 0,16 % (ce qui correspond à 0,05 d'azote), agar 1,5 %.

Résultat: On obtient trois catégories de cellules: 1° vertes, 2° blanches, 3° panachées.

Il y a donc eu retour partiel à l'état vert; on repique chacune de ces catégories sur les milieux suivants:

Agar Detmer glycose 2 %,

Agar Detmer glycose 2 % — peptone 0,8 %.

Résultat: Sur le milieu sans peptone, toutes les colonies sont incolores, tant celles qui proviennent de colonies vertes que celles qui proviennent de cellules incolores. Sur le milieu à peptone toutes les

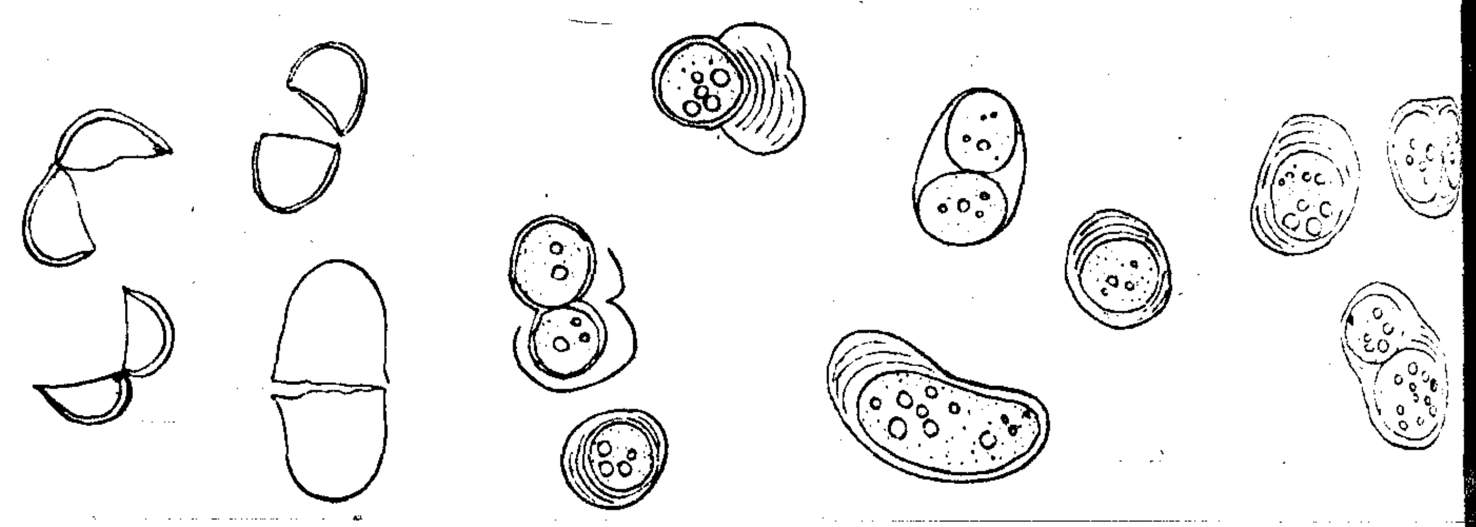


Fig. 111. *Prototheca moriformis*, var. *betulinus* Chod. A gauche, membranes rompues. Agar-glycose. 800 ×.

colonies sont vertes; tant celles qui proviennent des colonies incolores que celles qui proviennent des colonies vertes. Il n'y a donc plus de raison de croire à une mutation proprement dite. Les modifications sont donc dues à une influence du milieu. Parfois il y a, dans les différentes colonies, des différences quant au temps de leur reverdissement ou de leur décoloration; cette différence peut être de quelques jours ou de quelques semaines. Il y a en plus cette différence que parfois certaines colonies verdissent d'une manière uniforme, d'autres verdissent par secteur ce qui donne l'apparence panachée. Et tout ceci se répète, tant pour les colonies qui proviennent de cellules vertes que pour celles qui proviennent de cellules incolores. Il ne peut s'agir ici que des mêmes raisons dont il a été parlé plus haut qui font que dans une même colonie toutes les cellules n'ont pas été influencées d'une manière identique (vid. p. 9).

D'autre part on voit bien que le verdissement dépend d'une proportion convenable entre l'azote assimilable et le carbone assimi-

able. Il est intéressant de constater que le glycocolle peut, dans une certaine mesure, remplacer la peptone. A la dose de 0,25–0,5–1,0 % les colonies finissent par devenir vertes. Lorsque la quantité de glycocolle dépasse 0,5 % le verdissement diminue. Ici encore la lumière intensifie le verdissement.

Les sels ammoniacaux se sont montrés plus avantageux comme source d'azote que les nitrates et les nitrites.

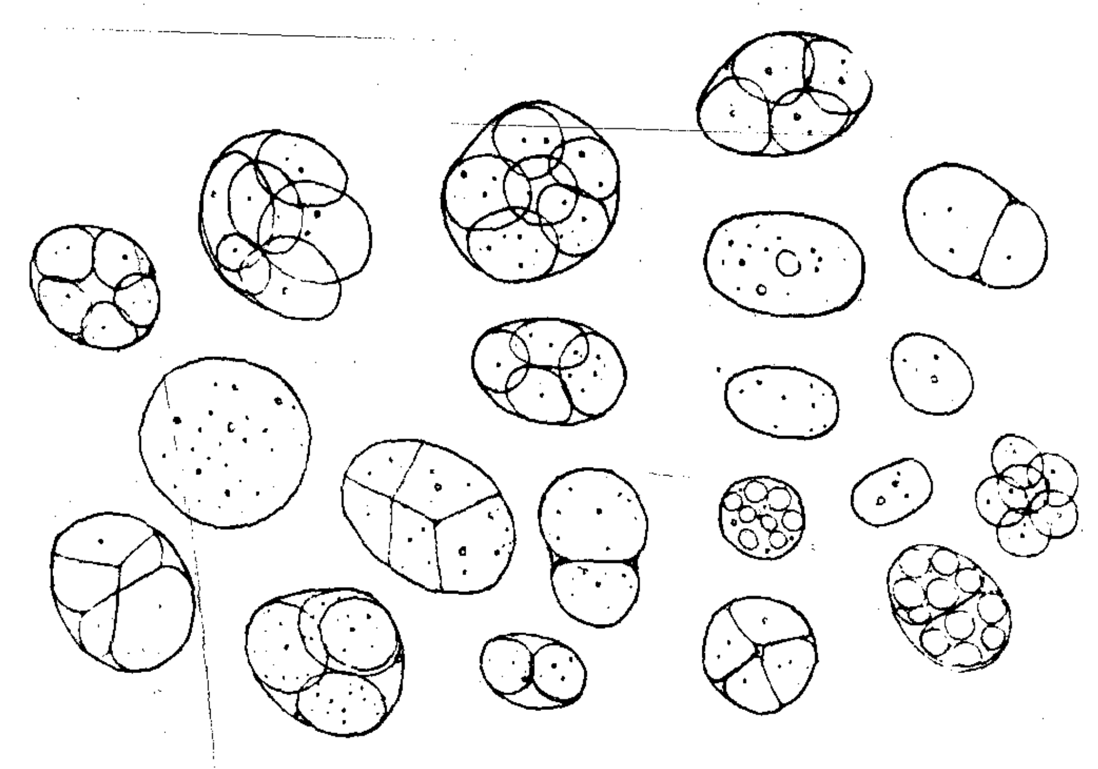


Fig. 112. *Prototheca moriformis*, var. *betulinus*. Culture jeune en sporulation. 800 ×.

Les disaccharides sont difficilement assimilables ou pas du tout; leur effet sur la décoloration est donc quasi nulle. On peut, soit pour le glycose soit pour le galactose, élever la concentration à 5 % et accélérer ainsi la croissance.

Prototheca Krüger.

On doit à Krüger[1]) l'intéressante découverte de ces Algues incolores dont il fait le type d'un groupe de Champignons, parallèle aux *Chlorella* de Beijerinck ou à nos *Palmellococcus*. Il n'y a guère à ajouter à ce que Krüger en a dit. Les cellules sphériques se multiplient à la façon d'un *Chlorella* ou d'un *Palmellococcus* et non pas comme l'asque d'un Champignon. Le nombre des cellules spores varie de 2 à 8 jusqu'à un multiple de 8, 16, 32, etc. Les dimensions sont aussi celles des Algues de ce groupe. L'auteur a distingué deux espèces: *P. moriformis* Krüg. et *P. Zopfii* Krüg.

La première de ces espèces fournit sur milieu solide des enduits plus compacts, à bord festonné et des cellules de forme variable,

[1]) Ueber einen neuen Pilztypus, repräsentiert durch die Gattung *Prototheca*, in Zopf, Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, Leipzig. IV (1892), 78, Tab. IV.

sphériques, ellipsoïdes, tandis que l'autre a des colonies plus mucilagineuses à contours nets et des cellules plus régulièrement sphériques.

La peptone à elle seule ne fournit pas un carbone suffisamment assimilable, il lui faut adjoindre un sucre nutritif: glycose, galactose, glycérine. Le lactose et le maltose sont à peine assimilables. On ne pourrait donc pas dire de cette algue qu'elle est une Peptone-algue.

Krüger croit que les nitrates ne constituent pas une source d'azote supérieure à l'azote élémentaire atmosphérique. Nos expériences ne confirment pas cette manière de voir.

Déjà Krüger avait remarqué, chez les *Prototheca*, l'exuviation de la membrane en deux valves. Ceci est particulièrement visible dans

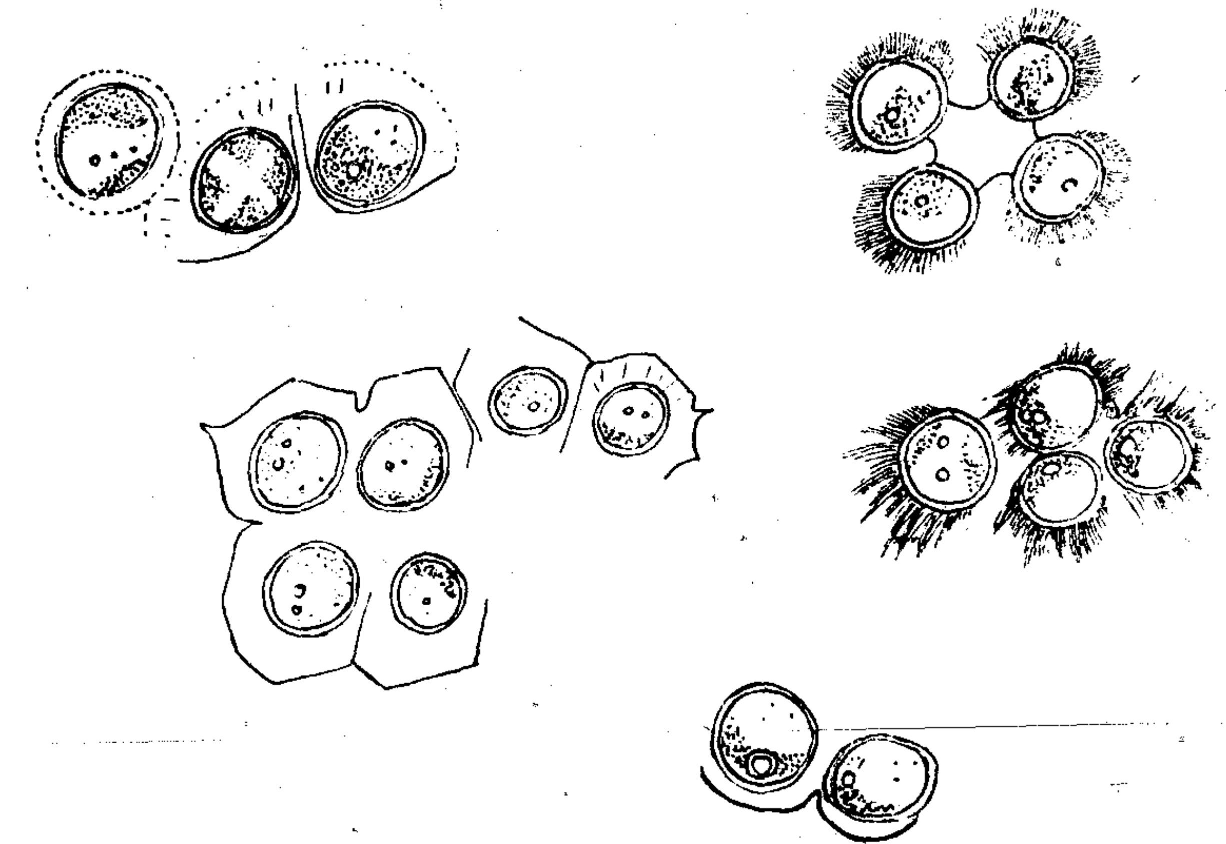


Fig. 113. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood. Cult agar sans glycose. A gauche, cellules encadrées dans la. gelée. A droite, structure de la gelée. 800 ×.

un *Prototheca moriformis* var. *betulinus* Chod. (fig. 111 et 112) qui a été extrait de l'écoulement du bouleau. Ici les squelettes vides sont surtout cellulosiques, ils se laissent colorer par le Rouge-Congo ammoniacal mais absorbent peu le bleu de méthylène tandis que la gelée intersporaire est riche en matières pectiques. Il est intéressant de constater que les épaississements de l'enveloppe cellulaire ne se font pas sur ce même milieu quand on l'additionne de peptone. On voit encore ici qu'un meilleur équilibre, entre le carbone et l'azote, active le développement sans amener à des formes aberrantes, quiescentes ou d'involution. Notre var. *betulinus* se rattache par l'irrégularité de ses cellules au *P. moriformis* Krüg. s'il ne lui est pas identique. Dimensions: 18/11, 17/17, 10/6, 6/6, 8/8 μ.

Le *Prototheca Zopfii* Krüg. (n° 47 de la collection) croît lentement sur agar-Detmer 1/3 glycose 2%. Il atteint sur ce milieu, au bout de quatre mois, un diamètre de 5 à 6 mm. Les colonies y sont d'un blanc pur, elles sont un peu dentelées au bord; leur surface est assez irrégulière, un peu humide mais non brillante.

Sur le même milieu, additionné de peptone, les disques atteignent 13 à 16 mm de diamètre. Le bord de la colonie est régulier, la surface très brillante.

Dans le même temps le *Prototheca moriformis* var. *betulinus* Chod. (n° 41 de la collection) forme sur agar-glycose des disques un peu plus gros, de 6 mm de diamètre, à surface comme de la cire non brillante ou comme de la stéarine ou de la paraffine. Sur agar-

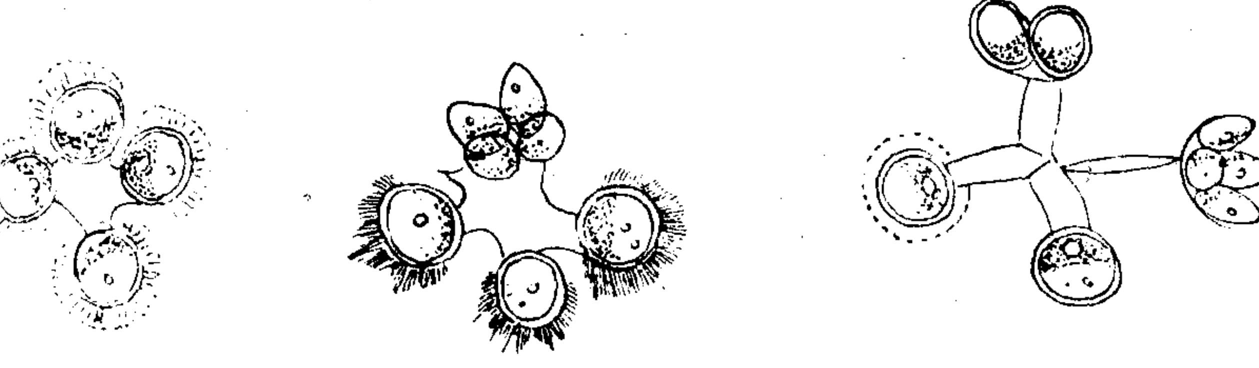


Fig. 114. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood. a. famille 4-cellulaire à cellules auréolées de gelée; b. cénobe dont l'une des cellules se multiplie (remarquer la forme ovale des spores); c. id. 800 ×.

glycose-peptone les disques de cette espèce sont beaucoup plus étalés. Ils atteignent jusqu'à 20 et 25 mm. Leur surface est légèrement zonée, elle n'est pas brillante mais présente l'éclat de la cire. Quant à la morphologie cellulaire on remarque (fig. 111) que les cellules qui ont cru sur agar-glycose ont fortement épaissi leur membrane; beaucoup de cellules sont enveloppées dans une gaine zonée qui ressemble à celle qui entoure un *Chlamydomonas* gélifié.

Dictyosphaerium pulchellum Wood.

J'ai isolé cette espèce[1]) de l'eau d'un marécage (Lossy). Elle croît très lentement sur milieu agarisé (n° 58 de la collection). Elle forme de petites colonies vert foncé. L'addition de sucre favorise un peu cette croissance; la combinaison du glycose et de la peptone accélère aussi très légèrement le développement. On peut donc bien dire que le *D. pulchellum* Wood est une algue d'eau pure, ou que tout au moins dans les eaux polluées elle n'utilise guère la nourriture organique à disposition.

[1]) Wood, A Contribution to the History of the Freshwater Algae of N. A. (1873), 84.

On connait depuis longtemps la structure et le développement de cette algue. Senn[1]) a indiqué qu'on peut au moyen du tannate de vésuvine mettre en évidence une gelée particulière autour des cellules. L'existence de cette gelée peut être encore mieux démontrée par l'emploi des solutions faibles de bleu de méthylène. On voit alors (fig. 113 et 114) qu'il ne faut pas confondre les lambeaux de la membrane de la cellule mère rompue avec la gelée proprement dite. Cette dernière existe avec les arbuscules, dont l'origine a été donnée en détail dans les Algues vertes de la Suisse. Dans les cultures sur agar les cellules filles parfois ne divergent pas beaucoup. On voit alors les quatre cellules filles séparées par la gelée et qui par compression mutuelle ont pris une apparence polygonale. L'épaisseur et la consistance de cette gelée varie; elle est à structure rayonnante et se manifeste parfois par des projections en flammèches qui proviennent du fait que l'enveloppe gélatineuse a fait explosion d'un côté et que la gelée interne s'est allongée en rayons ou en flammèches. La gelée interspo raire est aussi très pectosique. Les cellules sont tantôt arrondies tantôt ovales ou ellipsoïdes.

Zopf n'a pas vu, même en employant le bleu de méthylène, cette curieuse structure.[2])

Wille, dans son dernier Systema[3]) met cette espèce parmi les Tétrasporacées (sous-famille), tribu des Dictyosphériacées avec la diagnose suivante: zoospores à vie courte. Les cellules sur des pieds gélatineux dichotomiques, en sphère creuse, plongées dans une masse gélatineuse sphérique.

La famille des Tétrasporacées d'après Wille, comprend des Algues qui sont réunies par une gelée ou qui sont portées par des pieds gélatineux. Il y a des zoospores.

On peut tout de suite remarquer que les cénobes des *Dictyosphaerium* ne sont formées que par les membranes déchirées de la cellule mère et non pas par des pieds gélatineux proprement dit. J'ai montré[4]) pour le *Raphidium Brauni* que des arbuscules peuvent se former d'une manière analogue. Chez *Mischococcus* les arbuscules sont un peu semblables et cette même disposition se retrouve chez les *Sciadium*. Ces deux derniers genres sont certainement des Flagellées

[1]) Senn, Ueber einige coloniebildende Algen, in Bot. Zeit. LVII (1899). 40

[2]) Zopf W., Ueber die eigentümlichen Structur-Verhältnisse und den Entwicklungsgang der Dictyosphaerium-Kolonien, in Beiträge zur Phys. und Morphologie niederer Organismen. Leipzig III (1893) 15, Tab. 1.

[3]) Wille, N. Chlorophyceae in Engl. und Prantl, Nat. Pflz. Fam., Nachträge zum Teil I, II. Abteilung (1909), 28.

[4]) Chodat R. Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées. Bulletin de l'Herbier Boissier II (1894), 608, Tab. 26, fig. 13 et 14.

Confervoïdées. La disposition en arbuscule est donc un caractère épharmonique qui se rencontre dans des séries très éloignées les unes des autres au point de vue systématique et qui, dans la plante qui nous occupe, en ce moment, a une signification biologique: elle assure la flottaison de même que les dispositions analogues en étoile des Diatomacées, *Asterionella, Tabellaria,* etc. Quant à la gelée qui accompagne les cellules, sa présence est si générale parmi les Algues qu'il ne faut pas lui attribuer une importance systématique exagérée, lorsqu'elle n'a pas la valeur d'un caractère général comme dans les vrais Tétrasporacées à pseudocils.

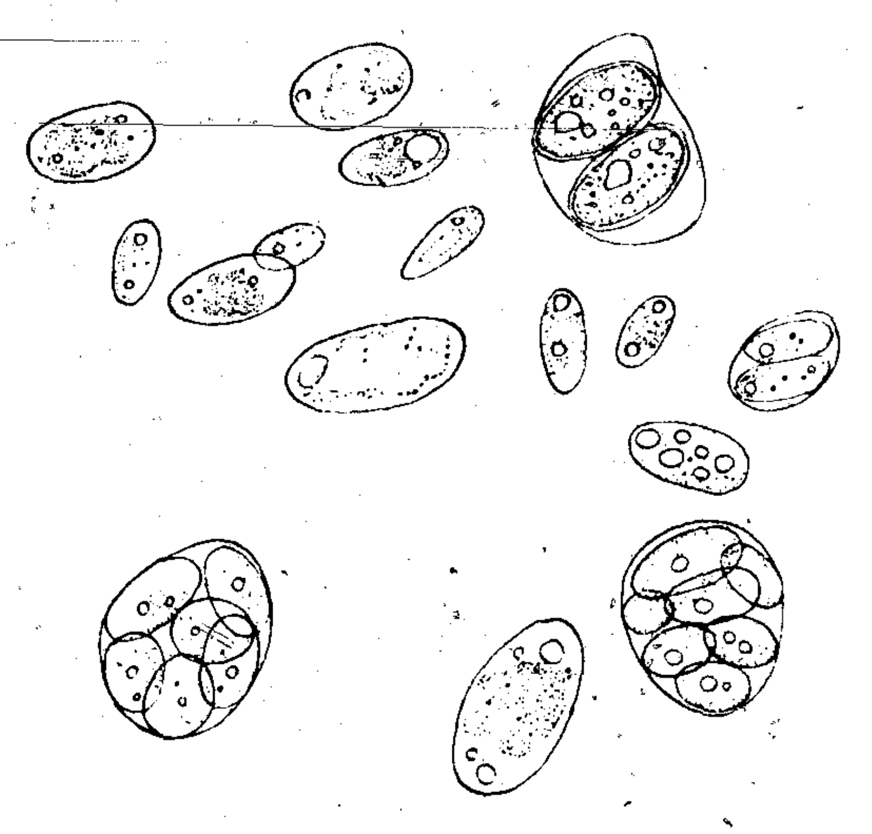


Fig. 115. *Oocystis Naegelii* A. Br. Culture sur agar-glycose (nº 116 de la collection).

Pour moi, *Dictyosphaerium* reste une Cystosporée zoosporée. Elle se multiplie par spores comme un *Chlorella* ou un *Palmellococcus.* Seulement les cellules spores restent adhérentes aux débris de la cellule mère; il se forme un cénobe comme chez beaucoup de Cystosporacées (Protococcacées). Il est vraiment singulier qu'il faille, à propos d'une plante si bien étudiée, répéter des arguments qui sont l'évidence même.

Quant à la valeur spécifique de cette espèce, on peut discuter sur l'existence de deux formes: *D. Ehrenbergianum* Naeg. et *D. pulchellum* Wood. Les figures données dans cet ouvrage montrent que les cellules peuvent être ellipsoïdes ou sphériques. Zopf a appelé la plante qui a été étudiée par Senn, *D. Ehrenbergianum* Naeg. Mais il se pourrait cependant qu'il y eût deux espèces. Pour ma part, après avoir revu beaucoup de ces *Dictyosphaerium*, en nature et en culture pure, je ne puis reconnaître qu'une espèce. Mais comme notre plante est si parfaitement identique à celle décrite par Wood, je conserve le nom inéquivoque[1]) de *D. pulchellum* Wood.

[1]) Naegeli, C. Einzellige Algen, Zürich (1848), 74, Tab. 2.

Oocystis Naeg.

Etabli par Alexandre Braun[1] et défini comme nous l'avons fait[2]) ou comme il l'a été par Wille, le genre *Oocystis* est plus un genre par enchaînement d'espèces qu'un genre très défini vis-à-vis du genre *Chlorella*. S'il est vrai que dans l'*O. solitaria* Wittr., *O. lacustris* Chod. ou même *O. submarina* Wille[3]) la différence vis-à-vis de *Chlorella* réside surtout dans la présence aux deux extrémités de la membrane de la cellule mère de calottes d'épaississement qu'on retrouve aussi chez le *Pilidiocystis endophytica* Bohl., dans l'*O. Naegeli* A. Br., cette calotte d'épaississement fait complètement défaut et alors la différence que présente ce genre vis-à-vis du *Chlorella* est exclusivement dans ce fait que les cellules sont habituellement ellipsoïdes et dépourvues de pyrénoïde (donc à l'exclusion des *Oocystella* Lemmermann que Wille réunit aux vrais *Oocystis*).

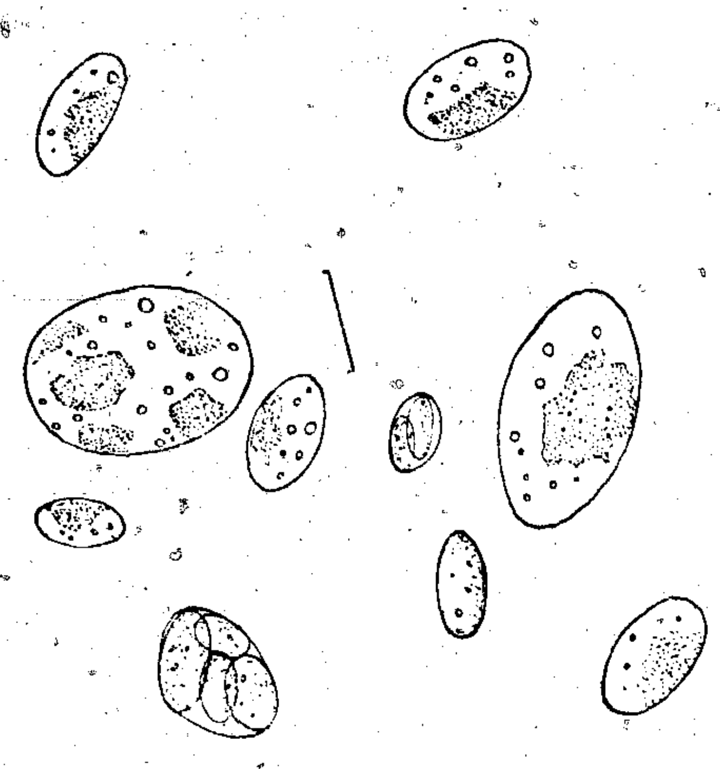


Fig. 116. *Oocystis Naegelii* A. Br. Culture sur agar-peptone-glycose (n° 8 de la collection).

Par l'*O. Naegelii* A. Br., toutes les Oocystacées de Wille se rattachent étroitement aux *Chlorella* par l'intermédiaire des *Palmellococcus* Chod. Chez ces dernièrs, les espèces comme *P. symbioticus* Chodat avec leurs spores souvent ellipsoïdes relient clairement ces Cystosporacées aux Oocystacées proprement dites.

Oocystis Naegelii A. Br.
(Pl. VI, fig. 32, 33, 34, 36.)

Cette espèce (fig. 115 et 116) tirée du marécage de Lossy (n° 8 de la collection) avait au début de la culture des cellules ellipsoïdes de 8 à 10 μ sur 5 à 6 μ. Elle croît lentement sur agar-Detmer ⅓ et y forme en plusieurs mois de petites colonies vertes. Sur agar-lactose la couleur verte se maintient et les disques sont deux fois plus gros que sur le milieu précédent. Mais comme pour la plupart des autres algues en culture, c'est le milieu agar-glycose qui convient le mieux

[1]) Alexandre Braun, Alg. unicell. (1855), 94.
[2]) Chodat, Algues vertes, l. c 189.
[3]) Wille N., Zur Entwicklungsgeschichte der Gattung Oocystis, Ber. d. d. Bot. Ges. XXVI a (813).

es disques finissent par y atteindre 12 mm de diamètre et sont rgement bordés d'un liseré jaune canari; le reste du disque est plus ert et cette couleur est comme mouchetée de taches jaune canari; arfois il y a des secteurs jaune canari alternant avec des secteurs

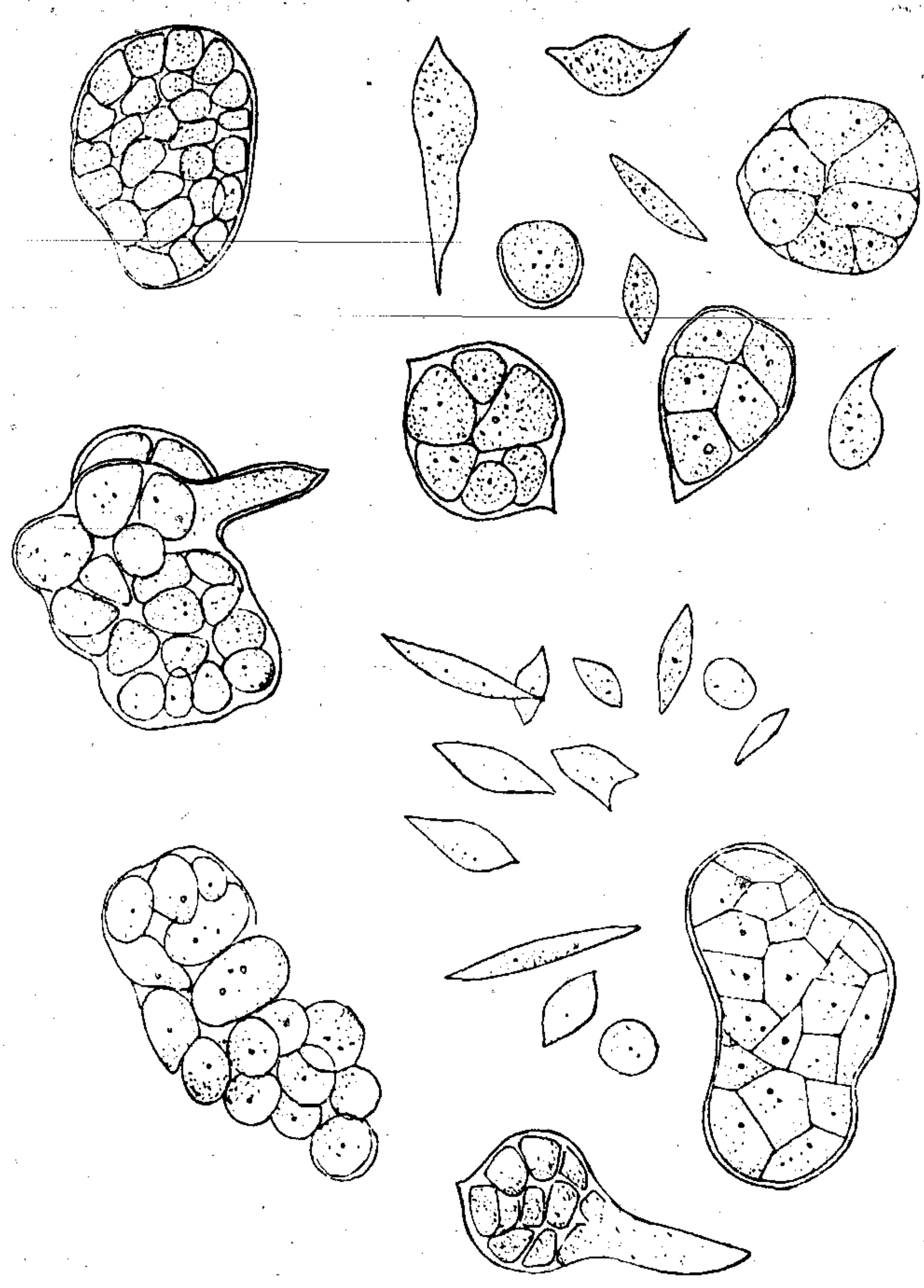


Fig. 117. *Ankistrodesmus Braunii* (Naeg.) Coll. Culture sur agar-glycose; spores, autospores, polymorphisme. 800 ×.

unéiformes verts. Ces modifications de la culture ne s'observent qu'au out de plusieurs mois (pl. VI, fig. 31, 33). L'addition de peptone %) accélère beaucoup la croissance; les disques atteignent alors n quatre mois 18 mm de diamètre, ils sont brillants, vert foncé, omme céracés, débordant en une marge mince plus claire (pl. VI, g. 32). L'apparence de ces colonies sur gélatine-glycose est très urieuse. Les disques qui ne liquéfient pas la gélatine, atteignent en mois 15 mm de diamètre; leur surface est mate, ils sont bordés ar un rebord côtelé et cette surface présente des cercles plus ou

moins ridés ce qui donne à cette culture, en miniature, l'apparence d'une tourte ornée (pl. VI, fig. 34). Sur ce milieu la couleur est vert pomme pâle.

Nous avons en culture une seconde race (nº 116 de la collection) qui donne sur les différents milieux des résultats identiques.

De même que nous avons séparé *Palmellococcus* Chod. de *Chlorella* Beij., il nous faut séparer des *Oocystis* Naeg. les *Oocystella* et *Oocystopsis* de Lemmermann qui ont tous deux un chromatophore muni d'un pyrénoïde et le premier un plastide étoilé, le second un plastide perforé en réseau.[1])

Ankistrodesmus Corda.

De tous les genres de Cystosporées c'est bien celui-ci[2]) qui est le plus aberrant. Ainsi dans l'*A. falcatus* Ralfs (*Raphidium polymorphum* Fres.) il se forme des cellules très allongées qui sont parfois d'une extrême ténuité. On a quelque difficulté à reconnaître dans une forme pareille un représentant des Cystosporées (Protococcacées olim).

J'ai déjà si souvent insisté sur le mode de formation des autospores dans ce genre que je pourrai me borner ici à l'essentiel. Dans l'*A. Braunii* (Naeg.) la cellule est déjà plus trapue et l'analogie avec les formes *Dactylococcus* du *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. est plus évidente. Mais si je reviens sur ce sujet c'est que j'ai eu en culture pure ces deux espèces et qu'elles se sont maintenues pendant plusieurs années, avec leurs caractères microscopiques et de culture, parfaitement et distinctement spécifiques. A ne les considérer que superficiellement on pourrait leur trouver une analogie de forme avec le genre *Raphidonema* Lagh.; mais il suffit de comparer le développement de la cellule en culture pure pour se convaincre que ces deux genres à morphologie convergente n'ont rien d'essentiel en commun, le genre *Ankistrodesmus* se reproduisant toujours par autospores, le genre *Raphidonema* se multipliant à la façon d'un *Stichococcus*.

Ankistrodesmus Braunii (Naeg.) Collins.[3])

Sur agar-glycose cette espèce qui déjà en milieu purement inorganique, dès qu'il y a des variations de concentrations, montre un polymorphisme excessif, exagère encore cette plasticité. Elle y produit

[1]) Lemmermann, Algologische Beiträge, VI. Algen aus der Riviera von Lentini (Sizilien), im Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, IV (1908), 174.

[2]) Corda, Almanach de Karlsbad (1838) — Raphidium Kütz. (1845).

[3]) Collins, The green alg. of N. Am., Supplem., in Tufts College Studies, III (1912), 78 — Raphidium Braunii Naeg.; Kütz. Spec. 891; Chodat, Algues vertes (1902), 199.

es cellules mères bizarres, dont les plus intéressantes sont celles où e forment des spores arrondies. Ainsi que je l'avais déjà démontré nciennement, sur milieu inorganique, avec l'augmentation de la conentration s'accuse la tendance à former des sporanges arrondis. Il y



Fig. 118. *Ankistrodesmus Braunii* (Naeg.) Collins. Culture sur agar-glycose: polymorphisme; librement dessiné.

aussi cette observation à faire, ce qui se remarque un peu partout, est que, à l'intérieur du sporange, la multiplication des premiers prouits de la division ne se fait pas nécessairement avec la même vitesse our chaque spore. C'est ce qu'on voit bien dans les figures (fig. 117, 18, 119) où à côté de petites spores il en est de grosses, résultant une division moins souvent répétée. Pour obtenir les formes carac-

téristiques du plancton, c'est-à-dire les formes en fuseau, il faut cultiver cette algue dans des solutions minérales excessivement diluées ($^1/_{20}$ à $^1/_5$ Detmer); cette espèce croît mal sur gélatine; elle ne la liquéfie pas et n'y prend qu'un accroissement minime. Les colonies

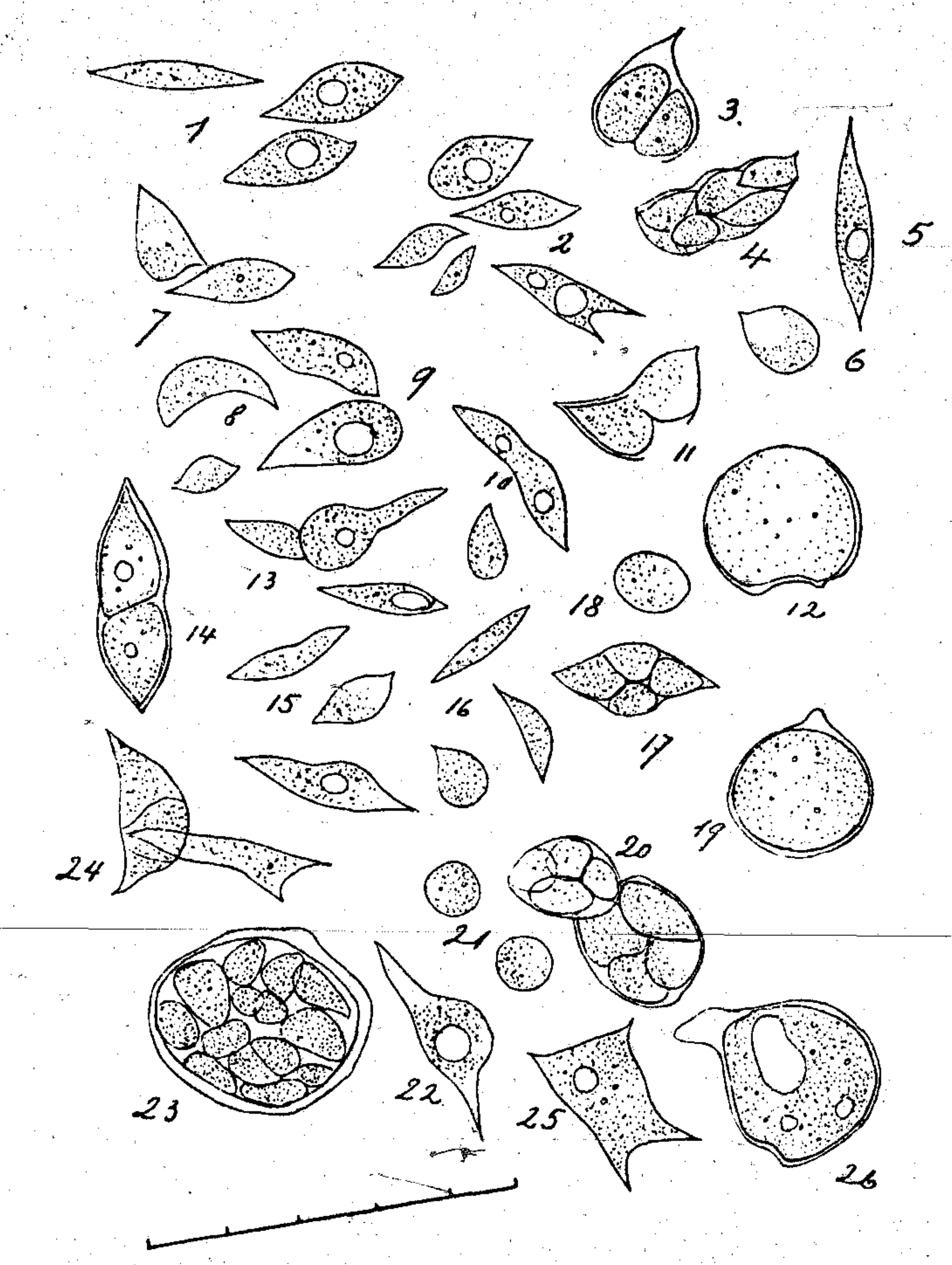


Fig. 119. *Ankistrodesmus Braunii* (Naeg.) Collins. Culture sur agar-glycose. Immers. 800 ×.

sur agar sans sucre sont petites et pâlissent rapidement ($^1/_{10}$ D.); sur Detmer $^1/_5$-agar les colonies restent petites mais conservent leur chlorophylle. On obtient de meilleurs résultats sur agar-glycose; en quatre mois elle y forme de gros disques épais, assez brillants, finalement de couleur brique olivâtre, plus ou moins verts. Au début, le bord de chaque colonie passe au jaune vert, tandis que le disque proprement dit reste vert, puis le liseré devient jaune vert olivâtre alors que la seconde zone passe au brun tandis que le centre, qui se maintient plus longtemps vert, tarde à brunir définitivement. L'addition de peptone semble ralentir la croissance.

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.

Chez cette espèce [1]) la tendance à former des sporanges arrondis est beaucoup moins accentuée. Jamais je n'ai obtenu de forme comparable à celle figûrée (fig. 117) pour l'espèce précédente. Cela ne veut pas dire qu'en cherchant bien les conditions, en variant les expériences, on n'y parviendrait pas. Mais l'exemple du genre *Scenedesmus*, où les espèces ne se laissent pas, avec égale facilité, ramener à des formes arrondies, nous avertit combien, à ce point de vue aussi, la spécificité est marquée. Chez cette espèce le polymorphisme est grand, mais les autospores prennent rapidement la forme en fuseau, caractéristique pour l'espèce en milieu minéral dilué (fig. 120–122). Je ne veux pas ici répéter tout ce qui a déjà été dit dans les Algues vertes de la Suisse (l. c. p. 162). Je rappellerai seulement que lors de la production des autospores la division peut se continuer pendant l'allongement de ces dernières. L'addition de glycose n'a pas, sur cette espèce, l'action excessivement déformante qu'elle a sur les *Scenedesmus* ou l'*A. Braunii*. Cette espèce croît bien sur gélatine mais ne la liquéfie pas. Sur milieu agarisé sans sucre le développement est très lent, la couleur reste verte. Elle réussit un peu mieux sur

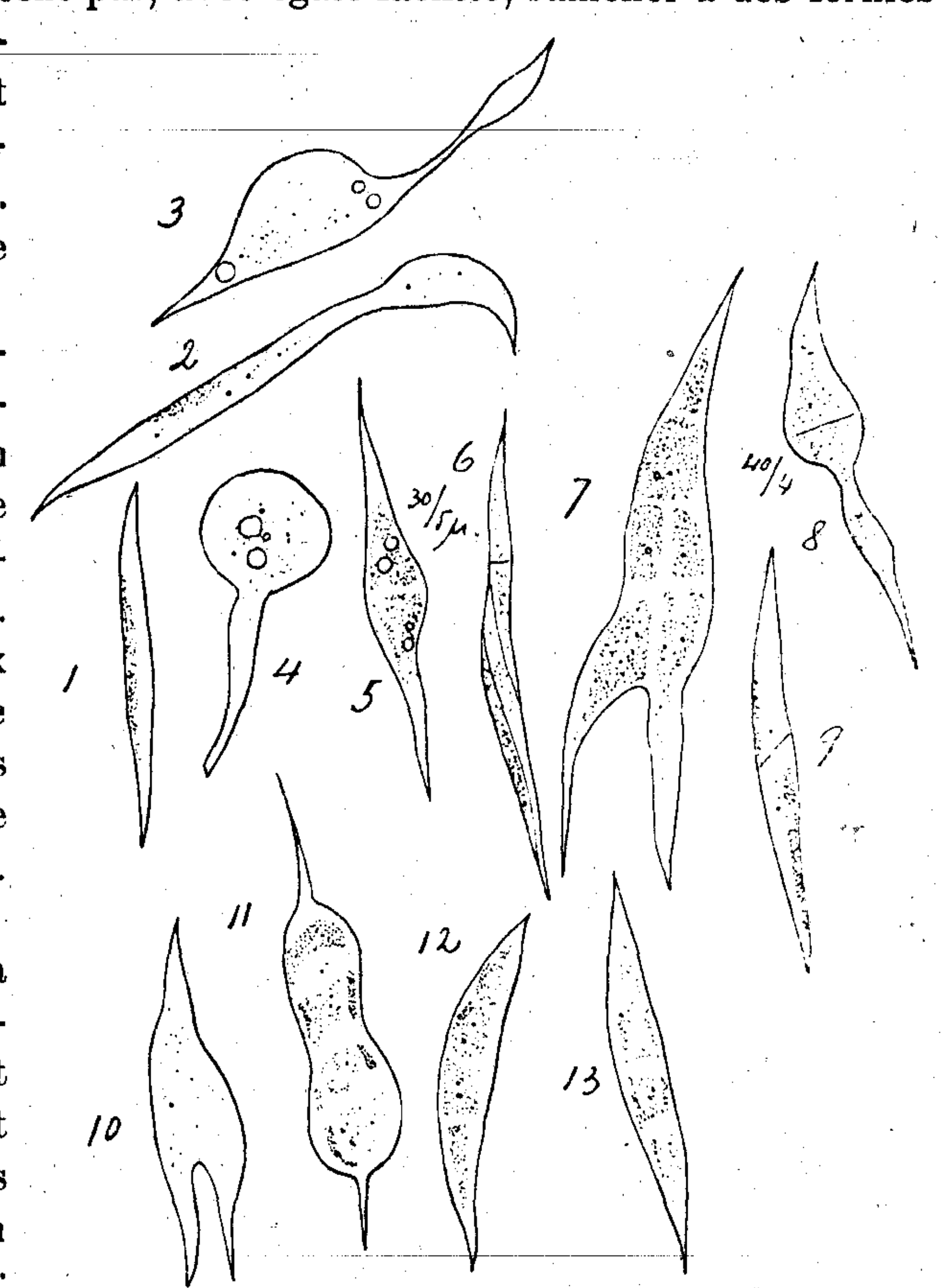


Fig. 120. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs. Culture sur agar-glycose. 1200 ×.

[1]) Ralfs, Brit. Desm. (1844), Tab. XXXIV, Suppl. fig. 3. — *Raphidium polymorphum* Fres. (1856).
— Lemmermann, Alg. Beiträge VI, in Archiv für Hydrobiologie, IV (1908), 176.

l'agar-lactose; les colonies dont le contour est irrégulier y sont vertes ou vert olive. Sur agar-glycose elle forme des plaques minces festonnées plus ou moins ombiliquées au centre. La couleur est grise plus ou moins abricot jaunâtre, parfois plus ou moins roux avec bordure verdâtre.

Ici, comme dans le genre *Scenedesmus*, la distinction spécifique est impossible sans cultures pures. Il devient cependant improbable que les deux formes décrites par moi, les *A. Braunii* forma *turfosum* Chod. et *A. Braunii* var. *lacustre* Chod. ne soient que des variétés. Ce sont très probablement des types spécifiques autonomes. Mais comme je n'ai pas expérimenté et que sans cette vérification il n'y a pas de certitude, il vaut peut-être mieux laisser les choses comme je les ai formulées dans une étude systématique (Algues vertes de la Suisse) basée surtout sur des vraisemblances.

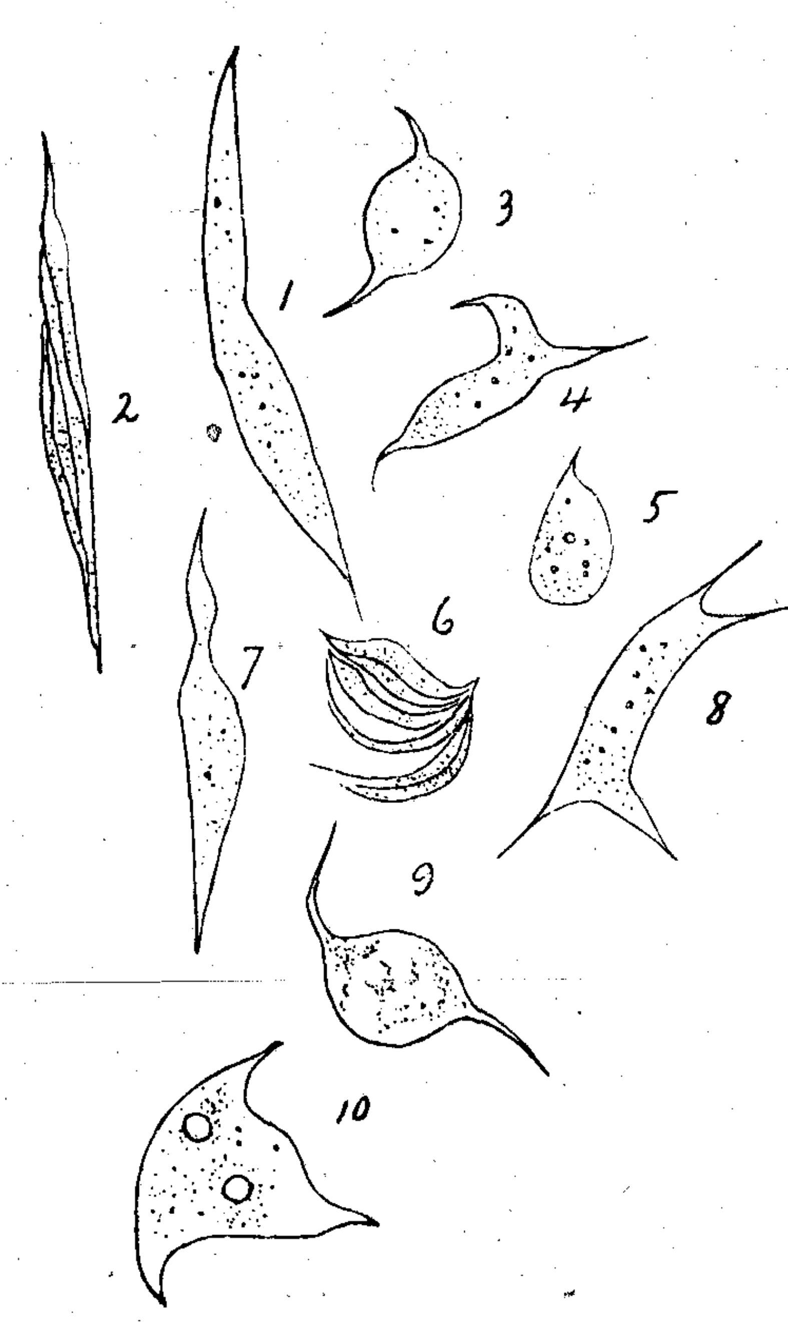


Fig. 121. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs. Comme fig. 120. 1200 ×.

J'ai depuis la publication des « Algues vertes » décrit une espèce nouvelle de *Raphidium (Ankistrodesmus)* étudiée à partir des neiges du glacier d'Argentière. Ce serait une seconde espèce nivale d'*Ankistrodesmus*, si toutefois l'*A. nivalis* Chod. (*R. nivale* Chod.) est bien un *Ankistrodesmus*; pour le moment, il semble qu'en attribuant à ce genre le *R. nivale* j'ai eu raison, car le fait, qu'en croissant, les produits de la division glissent en s'allongeant les uns par dessus les autres, parle en faveur de cette solution. Il semble donc bien que les cellules filles sont, au moins temporairement, enfermées dans une cellule mère. Mais j'avais tort en identifiant ce *Raphidium* avec le *Raphidonema nivale* de Lagerheim (vid. sub *Raphidonema*).

Au contraire, l'*Ankistrodesmus Vireti* Chod.[1]) est certainement

[1]) Chodat, R. Sur la neige verte du glacier d'Argentières. Soc. botan. Genève, IIe série I (1909), 295, fig. B et C.

n *Raphidium*. Il rappelle par la production de ses pointes irrégulières certaines formes expérimentales de l'*A. falcatus* (Corda) Ralfs.

Il va sans dire que la plupart des variétés de l'*A. falcatus* citées par les auteurs sont de simples états accidentels, ainsi var. *acicularis* (A. Br.) G. S. West — var. *stipitatus* (Chod.) Lemm. — var. *radiatus* (Chod.) Lemm. — var. *tumidus* G. S. West — var. *duplex* G. S. West — var. *serians* (Zach.) Lemm. — var. *spinelliformis* G. S. West. On pourrait multiplier à l'infini ces variations. Je ne me fais cependant pas d'illusion; malgré mes avertissements répétés, les systématiciens de la botanique conjecturale continueront à dénommer tous les états rencontrés.

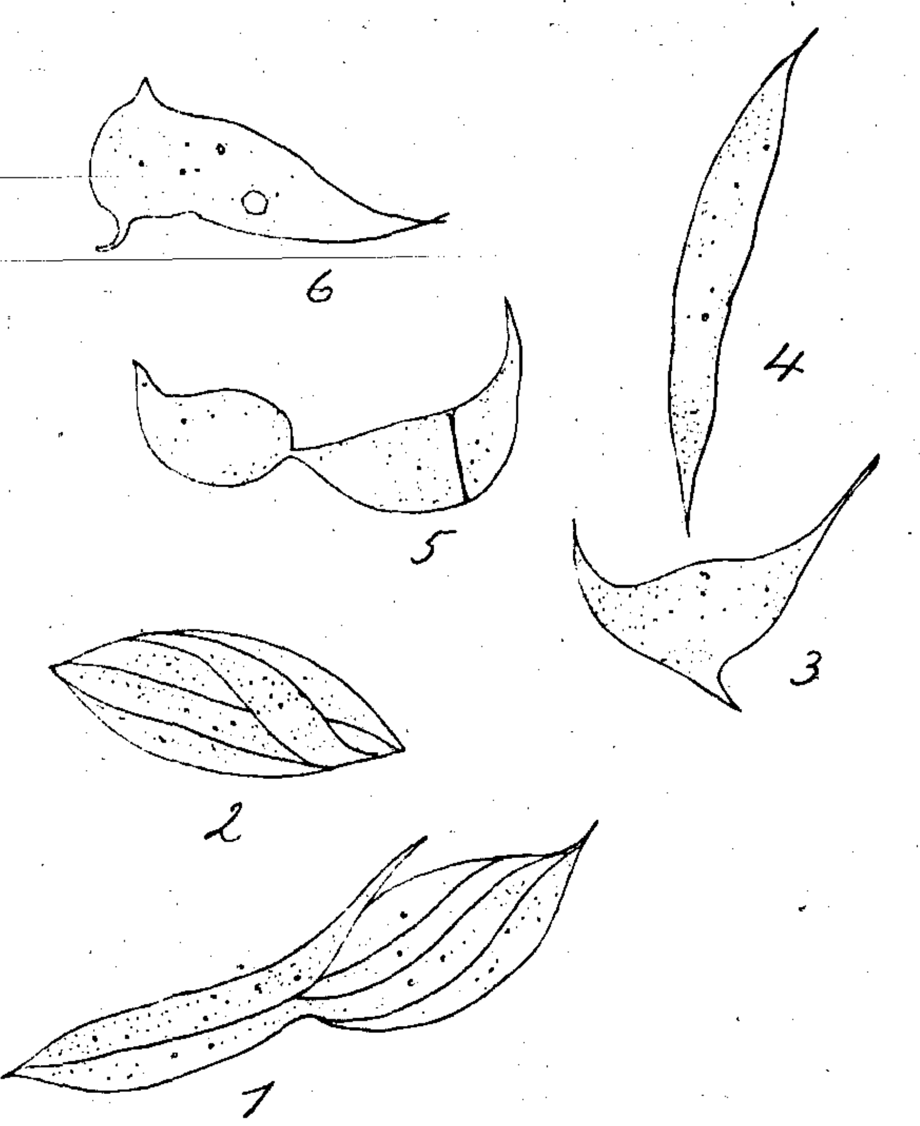


Fig. 122. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs. 1. formation d'autospores; 2. id.; 3—6, formes irrégulières. 1200 ×.

Il n'y a guère de différences entre le genre *Ourococcus* et le genre *Ankistrodesmus*. Cependant je penche pour maintenir, dans un domaine aussi difficile, le plus grand nombre de genres, afin de laisser aux expériences futures le soin de simplifier et de ramener à des règles définies les distinctions spécifiques et génériques. Pour le moment, *Ourococcus* diffère essentiellement par la production de deux pointes, bien nettement distinctes du reste du corps de la cellule dans les formes planctoniques, tandis que chez les *Ankistrodesmus* la cellule fusiforme se prolonge en s'effilant insensiblement en une pointe amincie.

Ankistrodesmus minutus (Naeg.) Chod. nov. comb.

Cette espèce[1]) donne sur les milieux agarisés, sans sucre, de très petites colonies vertes qui s'étalent sur le substratum; en quatre mois, le diamètre de ces colonies n'a pas dépassé deux millimètres. Sur

[1]) *Raphidium minutum* Naeg. Hoffmann-Grobéty, A., Contribution à l'étude des Algues unicellulaires, Institut botanique Genève, 8e série, VIIe fasc. (1912), 74.

agar-glycose, au bout de quatre mois, les colonies sont en disques mamelonnés et atteignent 9 mm.; la colonie est brillante, brunâtre au centre, verte au bord; elle passe d'abord par une couleur olive et montre souvent des stries radiantes. Sur agar-lactose, dans le même temps, elle atteint à peine 4 mm. et conserve sa couleur verte. Elle supporte le glycose au moins jusqu'à la dose de 10%; à partir de 4%, l'accroissement de ses colonies diminue à mesure qu'augmente la concentration du glycose. Le saccharose paraît difficilement assi-



Fig. 123. *Ourococcus bicaudatus* Grobéty. Agar-glycose. 800 ×.

milé; aussi les colonies sur ce milieu sont-elles étalées et non épaisses comme sur agar-glycose. Ces colonies sont à peine plus développées que sur agar sans sucre.

L'addition de peptone de 0,25 à 1%, combinée au sucre (glycose), augmente beaucoup la vitesse de croissance, même en présence du saccharose, comme si ce dernier sucre était, dans ces conditions plus facilement assimilé.

Comme chez beaucoup d'autres Algues, la présence du glycose amène à une décoloration de la colonie. Nous avons déjà vu que le diamètre de la colonie diminue à mesure que la concentration du glycose augmente; à 7% de glycose, la croissance n'est plus que très faible et la décoloration est très marquée. A l'obscurité, cette action nocive du glycose se fait moins sentir.

Comme le saccharose est plus difficilement assimilé, il n'entrave pas, à mesure qu'augmente la concentration, la formation de la chlorophylle dans la lumière. Mais à l'obscurité il y a décoloration

est un fait général que l'absence de lumière provoque une atténuation de la matière verte. Comme d'habitude, l'addition de peptone 25 à 1 % au glycose favorise la production et le maintien de la chlorophylle même dans la lumière. Sur ces différents milieux, l'*A. minutus* montre un polymorphisme accentué et qui augmente à mesure que le milieu est plus assimilable.

Cette algue a un pouvoir protéolytique marqué; cette action diminue vis-à-vis de la gélatine à mesure qu'on augmente la concentration du glycose. A 1 % de glycose, elle liquéfie encore fortement; puis, à partir de cette concentration, il y a diminution; à la lumière,

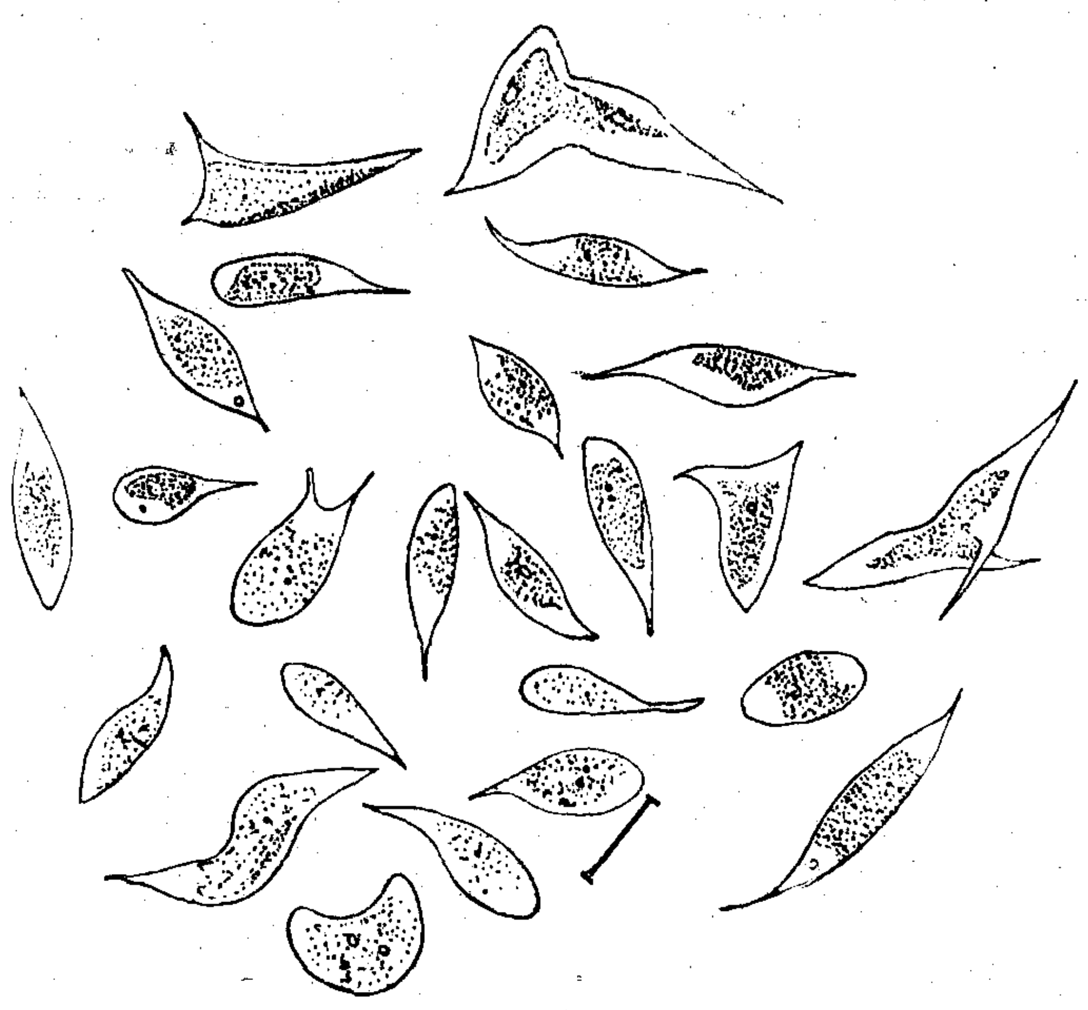


Fig. 124. *Ourococcus bicaudatus* Grobéty. Culture gélatine-glycose. ——— 10 μ.

la liquéfaction cesse de se faire à 6 % de glycose. Il en est de même à l'obscurité. Si, au lieu du glycose, on ajoute du saccharose, la liquéfaction n'est pas arrêtée par l'augmentation de la concentration du sucre. C'est même le contraire qui a lieu, car au-dessus de 6 % la liquéfaction est plus forte. Or, nous avons vu que le saccharose est difficilement assimilé, son influence est donc problématique. Mais à l'obscurité la liquéfaction suit une autre marche; déjà, à la concentration de 6 % de saccharose, la liquéfaction cesse de se faire. Pour autant qu'il paraît, la liquéfaction semble marcher de pair avec l'intensité de la croissance; toute cause qui tend à diminuer cette valeur affecte aussi le pouvoir protéolytique. C'est ce qui explique qu'avec le lactose la liquéfaction est encore moins forte aux concentrations

comprises entre 4 et 5 %; elle devient nulle à 8 %; le lactose n'est presque pas assimilé. Quant au maltose, qui est mieux assimilé que le saccharose et qui, en conséquence, provoque un polymorphisme plus grand, dans la lumière, il agit sur la liquéfaction de la gélatine à la façon du glycose, c'est-à-dire que la peptolyse diminue régulièrement avec la concentration; à 8 %, il y a encore une faible liquéfaction alors que le glycose l'arrête déjà à 6 %. A l'obscurité, la liquéfaction sur ce même milieu, gélatine-maltose, ne commence qu'à 8 %. On obtient un résultat analogue à partir du galactose, sucre assimilable par la plupart des algues. La liquéfaction diminue à la lumière à mesure qu'augmente la concentration du galactose (1 à 6 %).

Ourococcus Grobéty.

Ourococcus bicaudatus Grobéty.

Cette espèce (nº 54 de la collection) a été isolée d'un triage de l'eau d'un étang des environs de Genève. Nous l'avons fait étudier par Mademoiselle A. Grobéty qui a montré que le *Dactylococcus bicaudatus* Al. Braun (in litt. ex Rabh. Flora Europ. Algar. III (1868) 47) et le *Dactylococcus caudatus* Hansg. ne sont qu'une seule et même

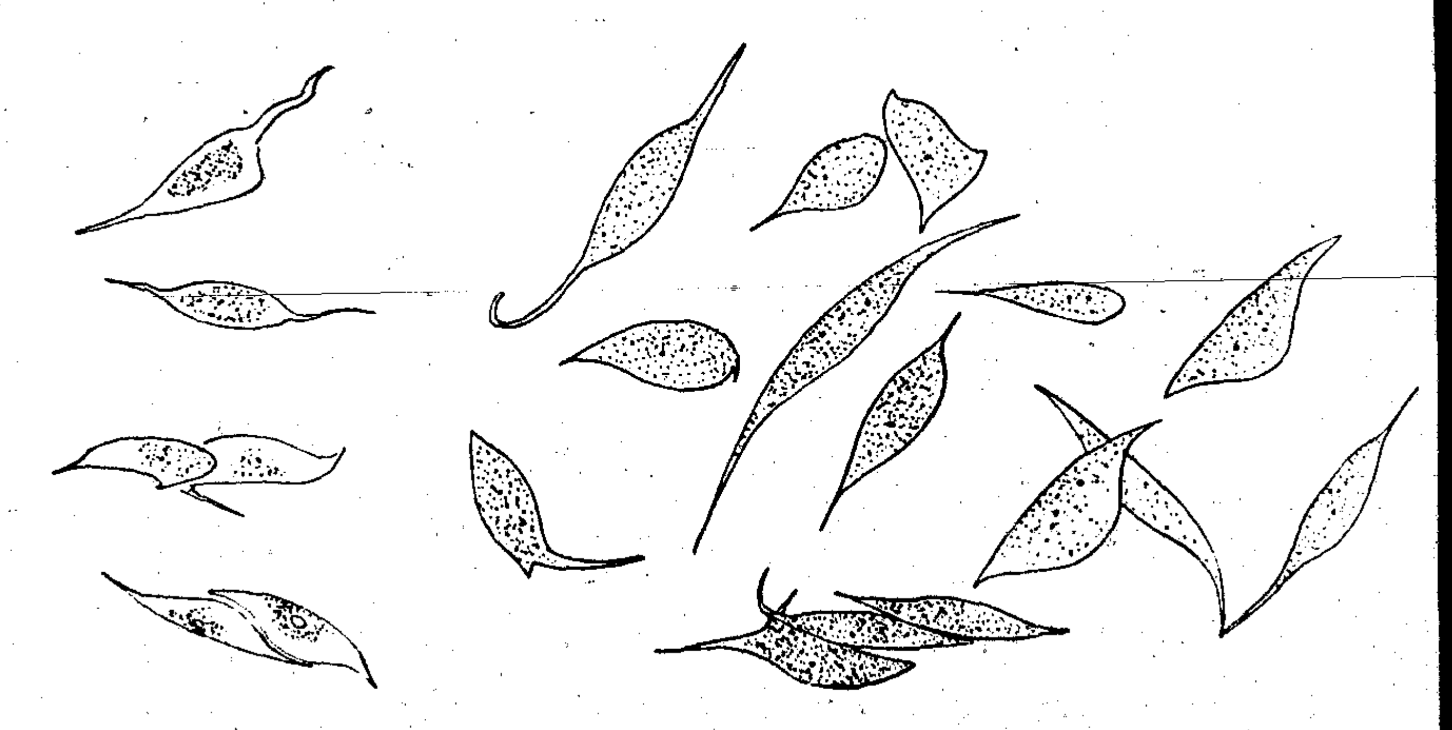


Fig. 125. *Ourococcus bicaudatus* Grobéty. Culture sur agar-Detmer 1/3.

Fig. 126. *Ourococcus bicaudatus* Grobéty. Culture sur agar-peptone-glycose. 800 ×.

chose. Le nom de *Dactylococcus* de Naegeli appliqué par ce dernier auteur, ainsi que nous l'avons démontré, à un stade du développement du *Scenedesmus obliquus*, tombant, il faut donner un nom à cette plante. On a choisi le nom d'*Ourococcus* et la plante porte désormais le nom d'*Ourococcus bicaudatus* Grobéty. Ce même auteur a montré que la multiplication se fait par division transversale qui devient rapidement oblique. Le chromatophore porte un pyrénoïde. A

ces observations, j'ajouterai les faits suivants: **Ourococcus** par son pyrénoïde se rapproche des espèces de Cystoporées qui, à l'instar de *Kirchneriella* se multiplient à l'intérieur de la cellule mère par une bipartition simple ou répétée suivie d'un accroissement en autospores. Ici, lorsque la division est faite, les deux cellules filles s'allongent dans la membrane de cette cellule mère, sans s'arrondir au préalable et, par conséquent, tendent à prendre la forme de la cellule mère. C'est ce développement que j'ai appelé multiplication par autospores. Mais, ainsi que je l'ai montré pour beaucoup de Cystosporées, selon les circonstances, selon la forme de la cellule mère, selon la résistance de la membrane, ces cellules filles autospores sont plus ou moins gênées dans leur évolution individuelle. Par pression mutuelle ou par faute de place, elles prennent, en conséquence, des formes variées. La plus habituelle est celle qui lui a valu le nom de « bicaudatus », mais les autres formes dans les cultures sont presque tout aussi nombreuses. Le polymorphisme est excessif, les cellules sont inermes, armées, ellipsoïdes, subsphériques, cunéiformes, etc. (fig. 123—126).

Quant à la membrane de la cellule mère, elle n'est pas évanescente, mais elle est rompue comme celle d'un *Ankistrodesmus*, *Kirchneriella*, *Scenedesmus*, etc. On en trouve les débris en abondance parmi les cultures. Elle se colore par le chlorure de zinc iodé en bleu violacé. Le pyrénoïde n'est pas toujours distinct dans les cellules qui proviennent d'une culture sur agar-Detmer. L'amidon protoplasmique est plus abondant dans des cellules de cultures qui contiennent du peptone (1 %). Sur ce dernier milieu, les soies sont plus allongées, plus irrégulières, souvent singulièrement flexueuses ou contournées, mais le polymorphisme s'écarte peu de celui qu'on rencontre aussi sur les milieux inorganiques. Il est seulement plus accentué.

Les cultures sur agar-Detmer $^1/_3$ croissent lentement. Les colonies sont en petits disques vert foncé, brillants, qui en plus de six mois atteignent un diamètre de 2 à 2,5 mm. L'addition de glycose favorise beaucoup la croissance; dans le même temps, sur agar-glycose, les disques brillants atteignent 0,8 à 10 mm. de diamètre. L'addition de peptone à 1 % n'accélère guère la croissance sur ce dernier milieu. Avec le temps, les colonies de l'*Ourococcus bicaudatus* sur agar-glycose pâlissent à la surface, laquelle devient livide, brun verdâtre ou même jaune verdâtre sale. Mais la couleur vert foncé se maintient sur agar-glycose-peptone.

Cette Algue se développe très bien dans les milieux liquides où elle montre le même polymorphisme.

Ourococcus nov. genus.

Cellulae ellipsoidae vel ovales uno apice obtusae, altero cauda-

tae vel bicaudatae, solitariae, coenobia haud formantes, chlorophoro parietali pyrenoide aucto, unico. Multiplicatio divisione transversali dein obliqua, autosporis binis vel rarius quator, ruptura membranae matricalis liberatis.

Genus affine *Ankistrodesmo, Scenedesmo, Kirchneriellae.*

Ulothrichiacées.

Parmi les Algues filamenteuses aériennes, les plus communes sont les *Hormidium* et les *Stichococcus*. Des premiers seulement on connaît les zoospores. Les *Stichococcus* semblent n'en pas produire. J'ai ajouté à cette étude critique des formes filamenteuses simples de vraies Chlorophycées, la monographie d'une Ulotrichiacée du genre *Raphidonema* que l'on pourrait, par un examen superficiel, confondre avec un *Ankistrodesmus*. J'ai aussi fait entrer ici le *Diplosphaera Chodati* Bial. qui se rattache par sa morphologie au *Stichococcus lacustris* Chod. et dont j'ai dû faire également une espèce de ce genre à espèces nombreuses. Ces deux dernières formes sont des types extrêmes, à cellules courtes, qui, dissociées, simulent des *Chlorella*, mais qu'on reconnaîtra toujours par leur mode de multiplication qui est le fractionnement, par opposition à la sporulation, seul mode de multiplication des Cystoporées. On verra que lorsque les *Hormidium* sont en mélange ou qu'ils sont mêlés à des espèces de *Stichococcus*, il devient difficile de les définir. Mais la présence d'un pyrénoïde chez les *Hormidium* et l'absence de ce corps chez les *Stichococcus* permet de les grouper en deux séries. Comme autre part, la distinction des espèces sans l'intervention des cultures pures est chose impossible.

Hormidium (Kützing p. p.) Klebs.

Kützing[1]) réunissait dans le genre *Ulothrix* non seulement ces espèces dont l'*Ulothrix zonata* Kütz. est le type, bien connu depuis le beau travail de Dodel; mais il y faisait aussi rentrer, sous le nom de *Hormidium*, des algues filamenteuses vivant sur la terre nue et dans ce sous-genre il comprenait non seulement les *U. nitens* (Menegh.) Kütz. et *U. flaccida* Kütz., mais aussi des plantes d'une tout autre affinité, l'*U. radicans* Kütz. (*Schizogonium radicans* Kütz.), une variété du *Schizogonium murale* Kütz., dont il fait un genre distinct. Rabenhorst (Fl. Alg', 367) fait de même sans définir le terme *Hormi-*

[1]) Klebs, G., Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, Jena (1896).

— *Hormococcus* Chod., p. p. Algues vertes, Berne (1902), 268 — *Ulothrix* auct. p. p.

dium, lequel dans l'ouvrage de Kützing se rapporte seulement à la notion de l'habitat: *Ulothrix*; species c. in terra nuda *(Hormidium)*.

Gay, avec raison, détache de ces *Ulothrix* les *U. parietina* Kütz., *U. radicans* Kütz. et *U. crenulata* Kütz., pour les attribuer au genre *Schizogonium*. C'est aussi ce qu'a fait en principe Hansgirg mais sans réunir ces plantes au genre *Schizogonium;* il reprend le nom de *Hormidium* et l'impose aux espèces dont le chromatophore est

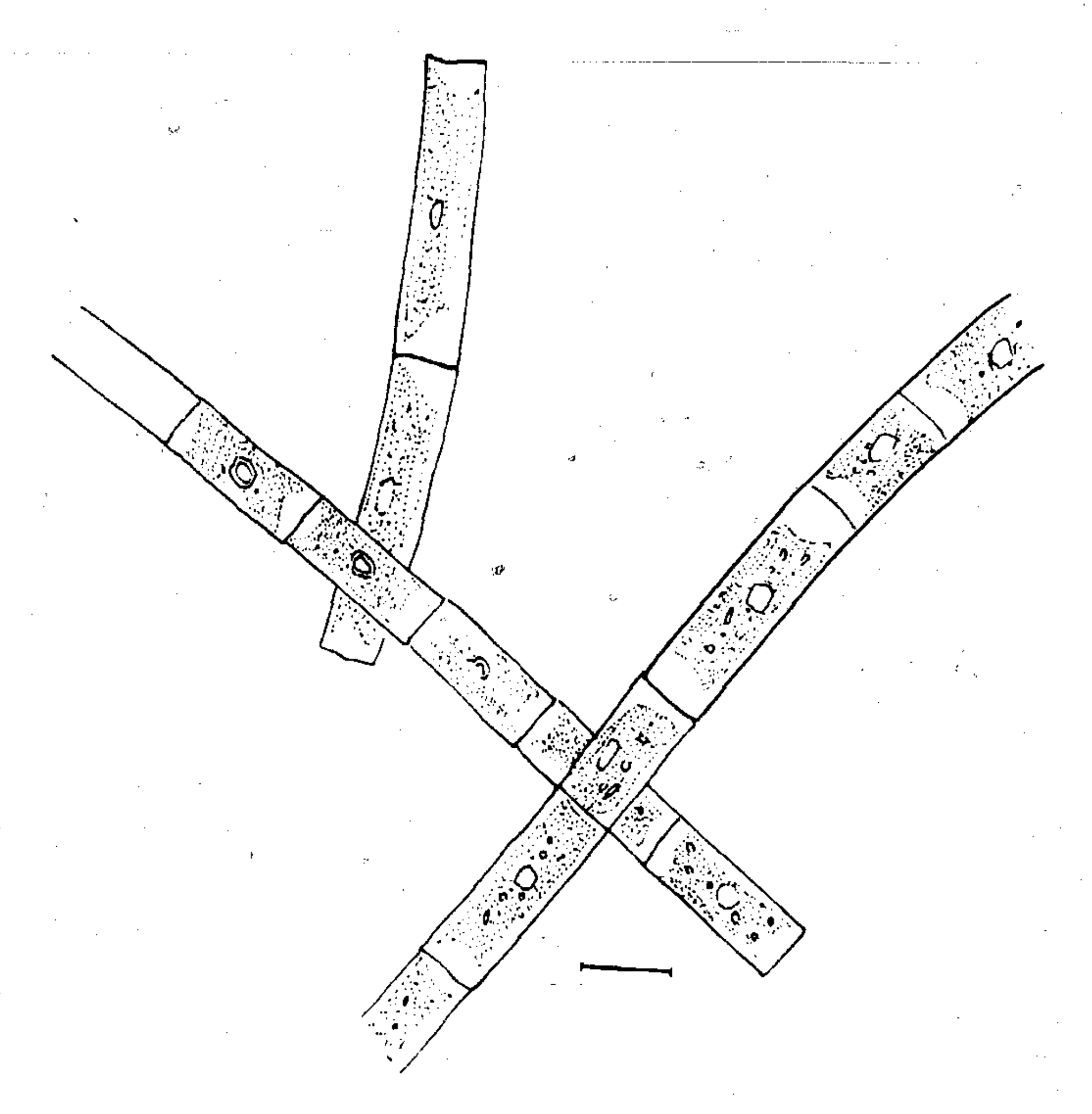


Fig. 127. *Hormidium nitens* (Menegh.) Klebs. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

étoilé.[1]) On sait cependant que Hansgirg, en refusant de réunir son genre *Hormidium* au genre *Schizogonium*, avait tort, car tous les passages existent entre les deux et pour ce qui concerne la division du filament et pour ce qui est de la cytologie.

D'autre part, Gay va trop peu loin en mettant dans le genre *Stichococcus* ces plantes dont il ne connaît pas les zoospores. Depuis lors, Klebs a montré[2]) que, conformément à la découverte de Borzi[3]),

[1]) Gay, Recherches sur le développement et la classification des Algues vertes, Paris (1891), 56. — Hansgirg, Prodr. Fl. v. Böhmen (1888).

[2]) Klebs, Fortpflanzung etc. (1896), 327.

[3]) Borzi, Studi algologici, fasc. II, Palermo (1895), 358.

les zoospores de l'*U. flaccida* ont deux cils et sont légèrement asymétriques. Chaque zoospore naît isolément dans chaque cellule du filament.

Gay réunit ainsi les vrais *Stichococcus* dépourvus de pyrénoïde comme le *S. baccillaris* Naeg. avec des algues dont le chromatophore possède clairement ce pyrénoïde. D'ailleurs, ainsi que l'ont montré Matruchot et Molliard, Gay suppose à tort que le *S. bacillaris* Naeg. possède un pyrénoïde. Il faut donc admettre que Gay, qui était un observateur consciencieux, avait devant lui, lorsqu'il écrivait son travail, une forme de *Hormidium* à cellules minces (3 à 4,5 μ. vid. l. c. 65 et Tab. XI, 107); son *Stichococcus fragilis (Arthrogonium fragile* Br.) au contraire est un vrai *Stichococcus* (l. c. fig. XI).

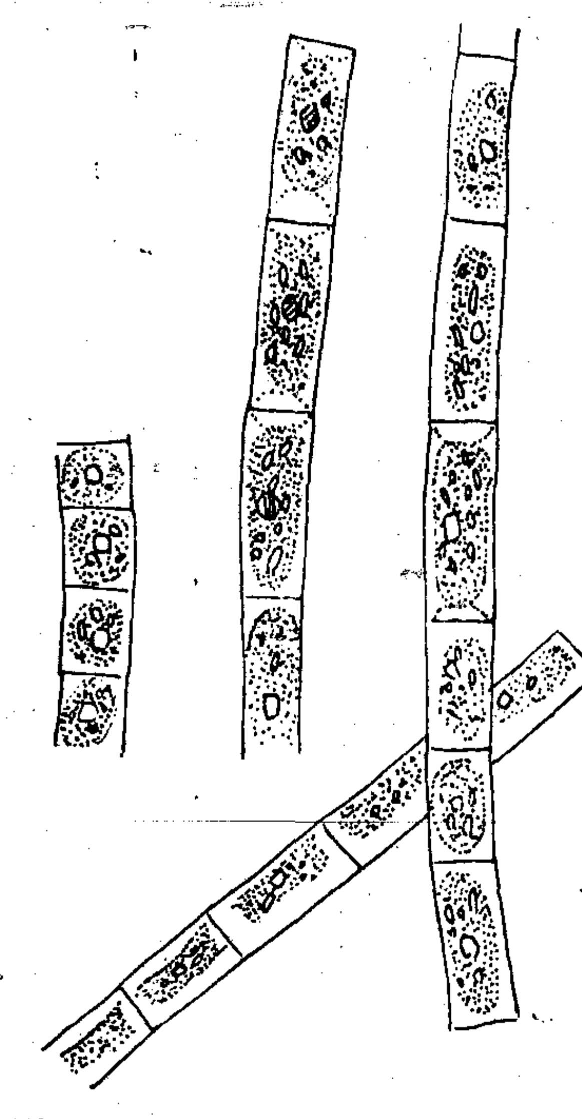


Fig. 128. *Hormidium flaccidum* (Kütz.) Braun. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

Borzi prend pour les Algues du type *Ulothrix zonata* le nom de *Hormiscia* Fries. et caractérise le genre *Ulothrix* comme étant pourvu de zoospores à deux cils; Klebs reprend le terme de *Hormidium* Kützing[4]) pour les deux espèces bien étudiées par lui et, d'accord avec Gay, en sépare les espèces qui vont vers *Schizogonium*. Je pense, pour ma part, que cela est bien la bonne manière et je me range à ce mode de faire.

Hormidium nitens (Menegh.) Klebs.

J'ai cette espèce en culture (n° 34 de la collection) depuis plus de 10 ans. Elle n'a pas varié. Ses filaments se désarticulent difficilement sur milieux agarisés. Le diamètre varie de 5,5 à 7,1 μ. Les cellules atteignent le plus souvent 14 à 25 μ de longueur. La paroi reste mince; la paroi de séparation entre les cellules ne montre aucun épaississement particulier. Klebs a décrit le développement et la formation des zoospores. Je n'ai rien à ajouter au point de vue de la morphologie (fig. 127).

Elle croît dans la solution nutritive Detmer 1/3, additionnée de

[1]) Gay, Recherches sur le développement et la classification des Algues vertes, Paris (1891), 56.

[2]) Klebs, G. Fortpflanzung bei Algen und Pilzen, Jena (1896), 327.

[3]) Borzi, Studi algologici, fasc. II, Palermo (1895), 358.

[4]) *Hormidium* Kützing, Phycologia generalis, Leipzig (1843).

chlorure de fer à 0,1‰ et y forme des zoospores qui, germant à la surface du liquide y produisent un voile mince et soyeux. Sur ce milieu liquide, le diamètre des cellules est beaucoup plus étroit. Cette espèce croît très bien sur agar-Detmer; elle y forme des gazons minces, ridés, vert foncé, sans épaisseur, soyeux et qui pâlissent avec le temps. Elle se comporte sur milieux lactosés comme si ce sucre était absent. Tout au plus remarque-t-on que la couleur de la culture est plus verte. L'addition de glycose favorise le développement, mais le gazon ridé garde la même apparence morphologique que sur le milieu sans sucre. Elle réussit tout aussi bien sur la gélatine qu'elle liquéfie. J'ai fait des expériences en présence du glycose en faisant croître la concentration de ce dernier sucre de 1 à 5%. J'ai exposé ces cultures les unes à la lumière, les autres à l'obscurité. Chaque culture était représentée par deux flacons dans chaque milieu. Le résultat a été 1° que, dans l'obscurité, le développement est énormément ralenti; 2° la liquéfaction est pour la culture à 2% de glycose au moins 100 fois plus forte à la lumière que dans l'obscurité. Cette liquéfaction marche si vite dans la lumière qu'au bout de fort peu de temps toute la gélatine est liquéfiée.

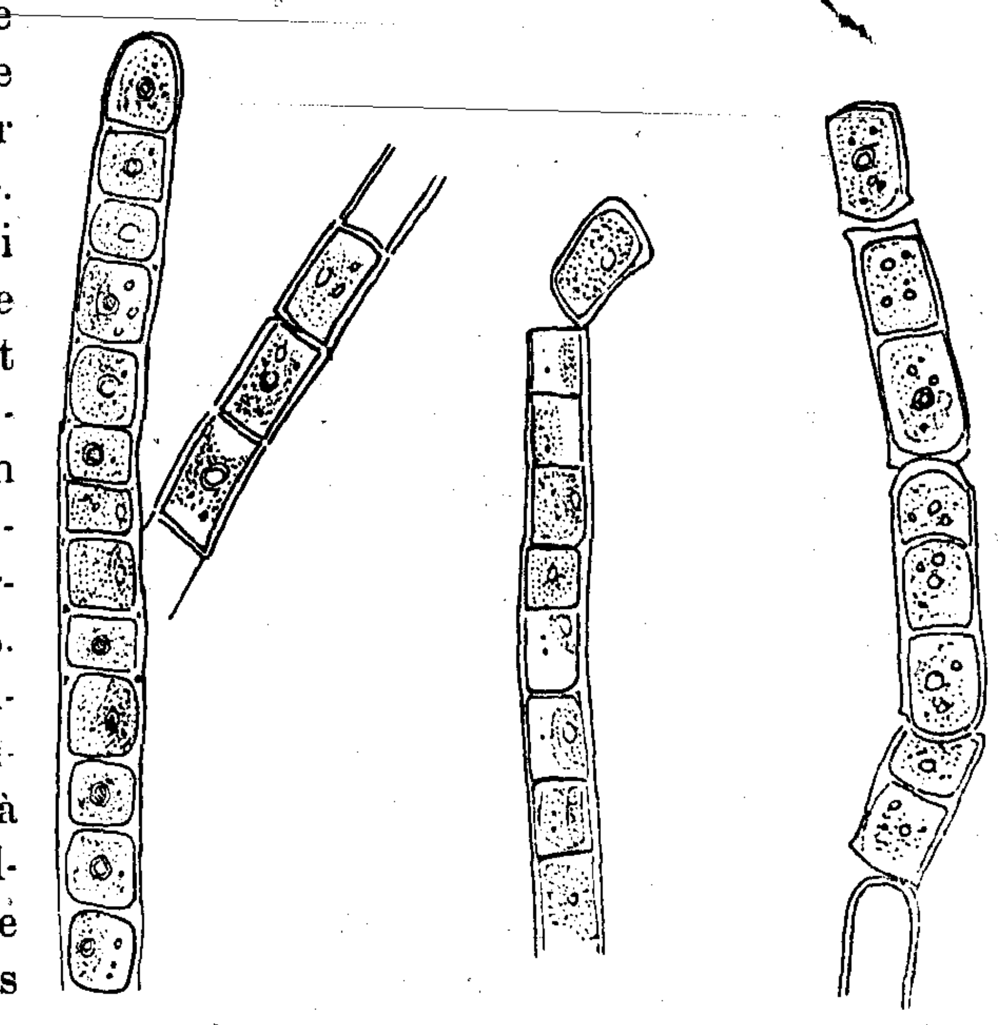


Fig. 129. *Hormidium dissectum.* Culture sur agar-glycose. 800 ×.

Hormidium flaccidum (Kützg.) Braun.

(Pl. VIII, fig. 45).

Cultivée sur agar-glycose (nº 40 de la Collection) cette espèce[1]) y forme des cultures ridées, charnues, munies au centre d'un gros ombilic; elles sont tout d'abord vert pomme puis jaune vert. Comme

[1]) Braun, A. Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung. Leipzig, 1851. — *Hormiscia flaccida* (Ktz.) Lagerh. — *Ulothrix flaccida* Kützing.

l'a déjà reconnu Klebs, la forme et la structure des filaments s[…] presque identiques à celles de l'*H. nitens*.

Nos mesures des filaments donnent 5,7 à 6 μ. Elle paraît [b…] moins réussir sur peptone que le *H. nitens* Menegh. Cultivée dans solution nutritive Detmer 1/3 additionné de chlorure de fer à 0,1[…] elle se développe dans la profondeur et ne fournit pas de voile soye[ux] superficiel.

Hormidium dissectum (Gay) Chod.

Les filaments de cette espèce [1]) sur agar-glycose (nº 117 de la Co[l-]lection) sont à parois plus épaisses que celles de l'*H. nitens* Menegh. ou de l'*H. flaccidum* (Kütz.) Br. Le diamètre est de 7 à 8 μ. La dé[s-]articulation se fait avec beaucoup de facilité. Les filaments sont do[nc] sur ce milieu beaucoup moi[ns] cohérents, beaucoup plus fr[a-]giles. La longueur des cellul[es] est aussi moindre. Les obse[r-]vations de Gay faites à pa[r-]tir d'un matériel en natu[re] sont conformes aux nôtres. Les dessins de cet auteu[r] pour ce qui concerne la dé[s-]articulation, sont remarquabl[e-]ment exacts. Les cultures s[ur] agar-glycose sont du type d[e] celles du *H. flaccidum* (Kütz.) Br.: disques vert foncé, bril[-]lants, ridés.

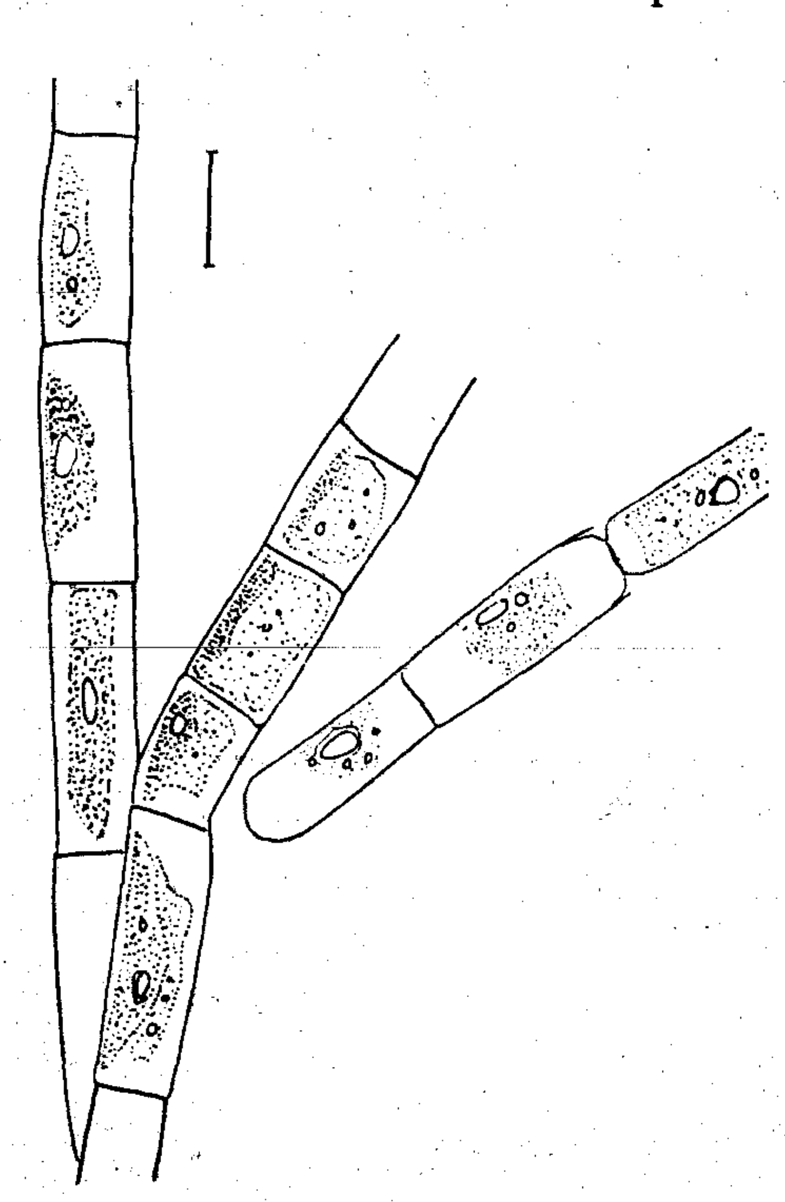


Fig. 130. *Hormidium crassum* Chod. Culture sur agar-glycose. 930 ×.

Malheureusement cett[e] espèce, dans nos cultures, es[t] encore accompagnée de bac[-]téries. Je ne puis donc dir[e] si certains des caractères énu[-]mérés ne sont pas influencé[s] par cette espèce de symbiose. En effet, la croissance de la culture n'est pas altérée par la présence des bactéries et on ne reconnaît ces dernières qu'après un examen attentif au microscope. Dans les milieux liquides elle se comporte comme le *H. flaccidum* (Kütz.) Br.

[1]) Gay, F., Recherches sur le développement et la classification de quel[-]ques Algues vertes, Paris, Thèse de la Faculté des Sciences (1891), 60.

Hormidium crassum Chod. nov. spec.

Cultivée sur agar-glycose (nº 87 de la Collection) cette espèce nouvelle y forme au bout de trois mois de grands disques, épais, un peu laineux, vert foncé et, toutes choses étant égales, qui croissent plus vite que ceux du *H. lubricum* Chod. (nº 112). Sur ce milieu les filaments atteignent jusqu'à 8 μ; ils ont ordinairement 6,5 à 7,5 μ. Les cellules atteignent 15 à 20 μ. Le pyrénoïde est bien visible; il est accompagné de quelques grains d'amidon épars dans le chloroplastide. C'est le plus robuste de mes *Hormidium*; il croît bien plus vite que le *H. nitens* Menegh. ou le *H. flaccidum* (Kütz.) Br. qui, dans le même temps, atteignent le moitié du diamètre sur milieu agarisé. Dans le liquide nutritif Detmer ¹/₃, chlorure ferrique 0,1 °/₀₀, il forme d'abondantes zoospores, à en juger par le voile soyeux remarquable qu'il produit à la surface du liquide (fig. 130).

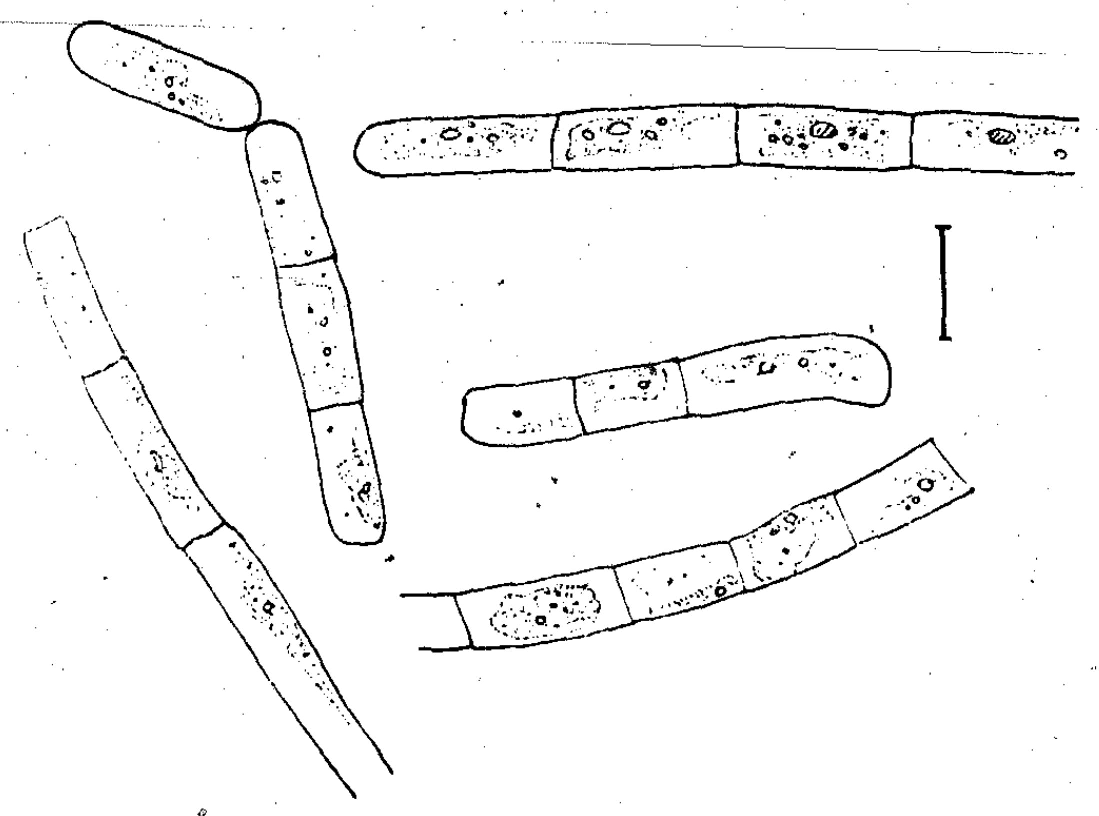


Fig. 131. *Hormidium lubricum* Chod. Culture sur agar-glycose. 930 ×.

Hormidium lubricum Chod. nov. spec.

Il forme sur agar-glycose (nº 112 de la Collection) des disques du type de ceux du *Stichococcus mirabilis* Lagh. (nº 15), mais ces disques sont ici plus épais, plus petits et leur surface plus laineuse. Au bout de un à deux mois les colonies ne dépassent pas 8 mm de diamètre. Après plusieurs mois de culture les disques prennent une apparence lubrifiée; ils sont comme vernissés et semi-gélatineux et finissent par pâlir un peu. C'est par ce dernier caractère de former des colonies qui deviennent visqueuses que, macroscopiquement, cette espèce diffère du *Stichococcus mirabilis*. Mais la grosseur des cellules

et le contenu cellulaire sont tout autres (fig. 131 et 132). Ce sont de longs filaments peu fragiles réguliers, dont le diamètre varie de ... à 6 μ. La longueur de chaque cellule va de 8 à 25 μ, ordinairement de 12 à 15 μ, le chromatophore en plaque pariétale est large; il est un peu festonné et ne recouvre pas toute la périphérie de la membrane. Sur agar-glycose il produit des grains d'amidon en dehors du pyrénoïde. Il y a un pyrénoïde qui n'est pas toujours très distinct. Cultivé dans les solutions nutritives minérales il forme à la surface du liquide un enduit soyeux remarquable.

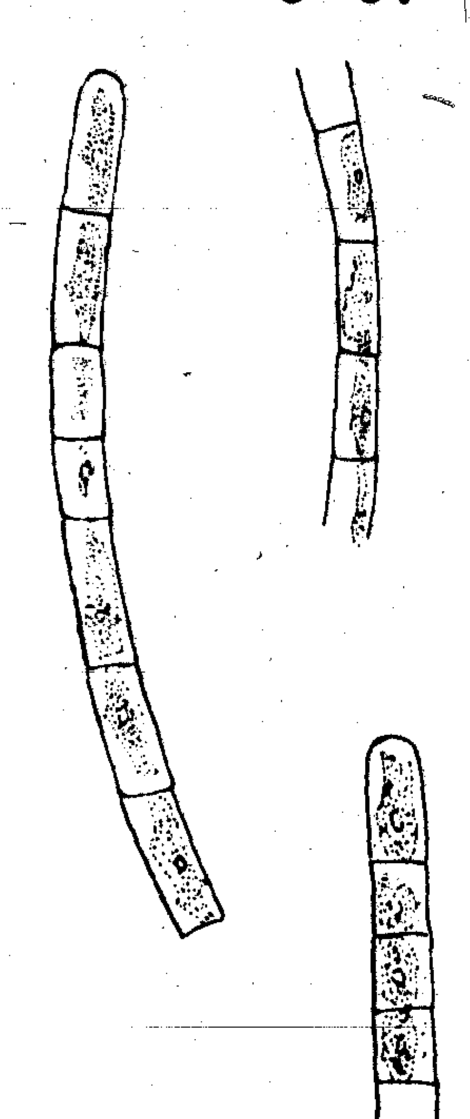


Fig. 132. *Hormidium lubricum* Chod. Comme fig. 131. 800 ×.

Stichococcus Naegeli.

Dans les « Algues vertes de la Suisse» j'ai réuni sous le nom de *Hormococcus* plusieurs plantes douteuses. J'écrivais alors: «Ce genre est aussi mal connu que le genre *Ulothrix*. Il n'y a guère que les expériences de Klebs qui ont fourni des résultats précis. Toute la synonymie est très embrouillée. Pour éviter de faire une classification peu pratique, je résumerai sous le même nom (espèce générale — Sammelspecies) les formes qui, morphologiquement, peuvent être confondues.» Actuellement encore, l'identification des espèces que j'ai en culture, avec des espèces déjà décrites, est chose très malaisée sinon impossible. Tout d'abord, ferai-je remarquer, peut-on réunir en un seul genre les espèces d'Ulothrichiacées dont les filaments se désarticulent et chez lesquels on ne peut distinguer de polarité, base ou sommet et qui sont dépourvus de zoospores quadriciliés? Ce serait la définition de notre genre *Hormococcus*, dont les espèces ont, ou bien un chromatophore muni d'un pyrénoïde ou dépourvu de pyrénoïde. Ce serait aussi le genre *Stichococcus* au sens de Wille (*Stichococcus* (Naeg.)[1]) qui comprend également des algues avec ou sans pyrénoïde et dans lequel cet auteur fait entrer les genres *Hormidium* Kütz. p. p., *Arthrogonium* A. Br., *Dactylothece* Lagh., *Gloeotila* (Kütz.) Borzi, *Dendronema* Schmidle, *Planktonema* Schmidle, *Pseudo-ulothrix* Pascher. C'est aussi le mode de faire de Collins.[2]) Après l'expérience acquise à la suite de nombreuses cultures pures réalisées dans mon

[1]) Naegeli, Einzellige Algen (1848), 76.
[2]) Collins, Green Algae of N. Am. (1909), 189.

boratoire, je trouve préférable de distraire du genre *Hormococcus* hod. les espèces caractérisées par l'absence du pyrénoïde et de les rouper sous le nom de *Stichococcus* Naeg., genre dans lequel on 'a jamais décrit de zoospores.

Naegeli[1]) en 1849 reconnaît une espèce *Stichococcus bacillaris* e laquelle il détache deux formes *major* et *minor;* il n'a pas non lus observé de cellules mobiles. Il définit ces deux formes par la rosseur des cellules *S. major* Naeg.: 1/700 à 1/500''' d'épaisseur et ellules $1\,^1/_3$ à $2\,^1/_2$ fois plus longues; *S. minor* Naeg.: 1/2000 à 1/1000''' 'épaisseur et à cellules 2 à 5 fois plus longues. Naegeli les a encontrées sur des poutres humides ou sur la terre humide. Rabenhorst (1864)[2]) reprend les deux espèces de Naegeli et ramène es formes *major* et *minor* au rang de variétés du *S. bacillaris.* Chez Gay (l. c.) la notion de *Stichococcus* est tout autre; il réunit n un même genre des plantes à pyrénoïde et sans pyrénoïde, avec u sans zoospores. D'ailleurs, son *S. bacillaris,* qui possède un pyrénoïde, n'est pas le *S. bacillaris* Naeg., lequel est destitué de pyrénoïde. L'*Arthrogonium fragile* Braun, s'il est bien identifié par Gay, erait voisin du *S. mirabilis* Lagh. dont il va être question. Mais les S. *dissectus* (1891) Gay et *S. flaccidus* (Kütz.) Gay sont des *Hormidium* au sens de Klebs.

Matruchot et Molliard[3]) réunissent aussi (l. c. 2, 4) les vrais *Stichococcus* aux *Hormidium.* C'est aussi ce que fait Klercker,[4]) puisque son *S. subtilis* (Kütz.) Klercker possède un pyrénoïde. Ce ne sont donc plus de vrais *Stichococcus* pas plus que *S. scopulinus* Hazen,[5]) à pyrénoïde et zoospores abondantes, ou le *S. marinus* Wille.[6]) On est en droit de se demander si, après tant d'auteurs, je puis avoir raison en détachant résolument les *Stichococcus* des *Hormidium* (au sens de Klebs). Ce faisant, je renonce moi-même aussi au groupement proposé par moi, alors que je réunissais sous le nom de *Hormococcus* les *Stichococcus* de Naegeli et les *Hormidium* de Klebs. Il n'est pas douteux que les *Stichococcus* ne soient mieux placés parmi les Ulothrichiacées que tout autre part; il faut cependant remarquer qu'en réunissant avec autant d'unanimité des plantes à zoospores et des

[1]) Naegeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich (1849), 76. Tab. IV. g.

[2]) Rabenhorst, Flora europaea Algar. III (1868), 47.

[3]) Matruchot et Molliard, Variations de structure d'une algue verte dans Extrait de la Revue générale de Botanique. XIV (1902) 193.

[4]) Klercker, Über zwei Wasserformen von *Stichococcus* in Flora, Bd. 82 (1896), 98.

[5]) Hazen, The Ulothrichiaceae of the U. S. in Mem. Torr. Bot. Club, Vol. II (1902), 161.

[6]) Wille, in Engl. Pflanzenfam. Nachträge, l. c.

plantes sans zoospores, non pas dans une même famille mais dans [un] même genre, les algologues font chez les Ulothrichiacées ce qu'ils con[damnent] damnent à propos de Cystoporacées (Protococacées) (Cystosporacées zoosporées séparées des Cystosporées-autosporées, — Hydrodictyacées séparées des Célastracées, vid. pag. 64).

F. Brand[1]) ne reconnaît qu'une seule espèce, le *St. bacillari[s]* Naeg. Il est vrai qu'il ignore mon Mémoire sur le Polymorphisme o[ù] plusieurs espèces ont déjà été citées et où cette question a déjà é[té] solutionnée.

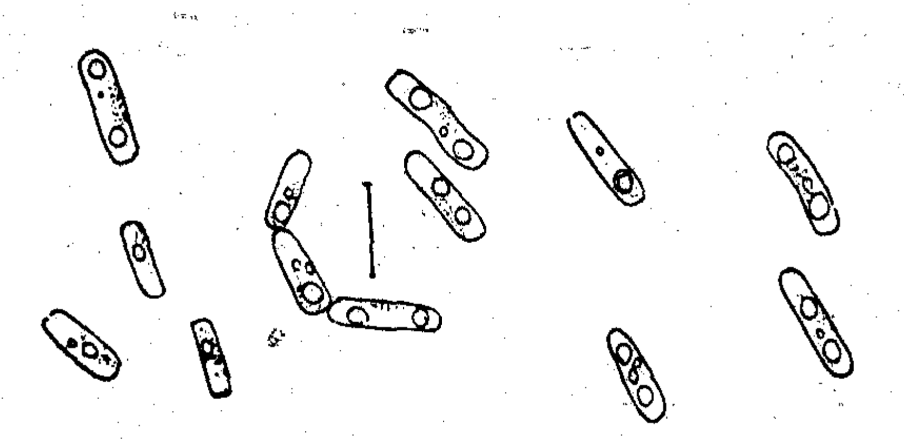


Fig. 133. *Stichococcus bacillaris* Naeg. (n 16 de la collect.). Cult. agar-glycose. On voit les gros globules d'huile. 800 ×.

Je ne connais en outre avec certitude que les espèces suivantes qu'on pourrait rapporter au genre *Stichococcus* tel qu'on peut le dé[-] finir d'après Naegeli:

S. mirabilis Lagh. (1893) (in Wittr. Nordstedt Alg. dulc. aq[.] exsicc. 1087): « cellulis cylindricis vel fusiformibus vel claviformibus vel varie inflatis ».

— *S. bacillaris* Naeg. var. *fungicola* Lagh. (Über eine durch die Einwirkung von Pilzhyphen entstandene Varietät von *Stichococcus* Flora (1888).) — (Id. Öfw. K. Swensk. Vet. Ak. Förhdl. (1884), 91 à 119.)

— *S. pallescens* Chod. (Polymorphisme, l. c. (1909), 118).

— *S. lacustris* Chod., l. c. (1909), 118.

— *S. bacillaris* var. *duplex* Hansg. (Prodr. Fl. von Böhmen (1892)).

— *S. variabilis* West = *S. bacillaris* var. *maximus* Hansg. Prodr. Fl. v. Böhmen.

— *S. fragilis* Gay (l. c.) (*Arthrogonium fragile* Braun).

Ajoutons que, d'après Dangeard, les Bactéries vertes de Van Tieghem seraient des formes du *S. bacillaris* Naeg. (voir le Botaniste, série IV (1894), 1 à 3).

[1]) Berichtigungen bezüglich der Algengruppen *Stichococcus* Naeg. und *Hormidium* Kütz., Ber. d. d. bot. Ges. XXXI (1913), 66.

Stichococcus bacillaris Naegeli.
(Pl. VIII, fig. 46.)

Remarquons tout de suite que soit chez cette espéce (n° 16 de collection) soit chez les autres *Stichococcus* le polymorphisme est xcessivement réduit. Nous n'avons observé d'autre mode de multiication que la scissiparité. Aucune inditition de la formation de spores ou de oospores dans les milieux liquides ou dans s milieux solides. Naegeli donne comme imensions de son espèce 1/900—1800''' 'épaisseur et $1\,^{2}/_{3}$ à 3 fois ces dimensions omme longueur; ceci correspond à un diaètre de 2 à 2,5 μ et une longueur de ellule variant de 4 à 8 μ. Ce qui dans otre collection (n° 16) a été appelé *S. bacillaris* (fig. 133) est une forme qui varie omme diamètre de 2 à 4 μ; elle comprenrait donc une gamme de variations plus rande que celle donnée par Naegeli à on espèce (fig. 133). Mais il faut encore i faire remarquer que les moyens dont disposait Naegeli pour istinguer les espècès d'algues microscopiques étaient de l'ordre hypoétique comme cela arrive toujours lorsqu'on ne part pas de cultures ures. Parmi les différentes espèces que nous avons eues en culture ous avons choisi celle-ci en lui attribuant nom de Naegeli, sachant bien que nous ommes dans l'impossibilité et que nous le erons toujours, d'identifier avec certitude. éanmoins, il se pourrait que l'espèce que

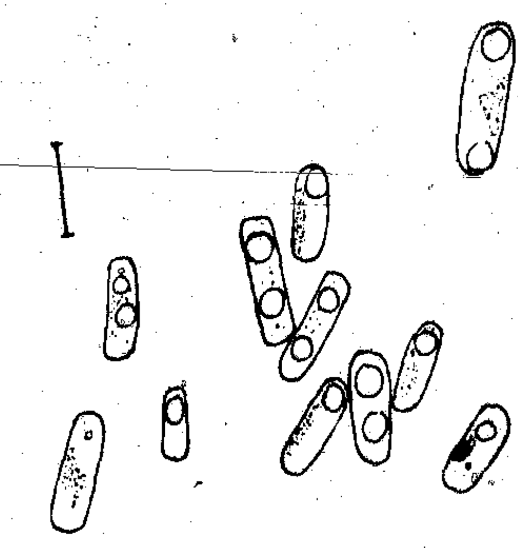
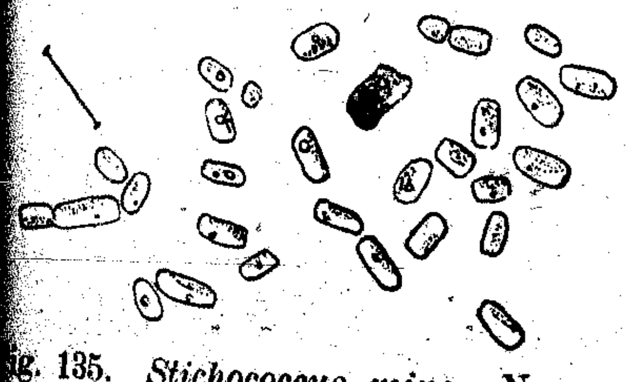


Fig. 134. *Stichococcus pallescens* Chod. (n. 14 de la collection). Culture sur agar-glycose. On voit des vacuoles mais pas d'huile! 800 ×.



ig. 135. *Stichococcus minor* Naeg. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

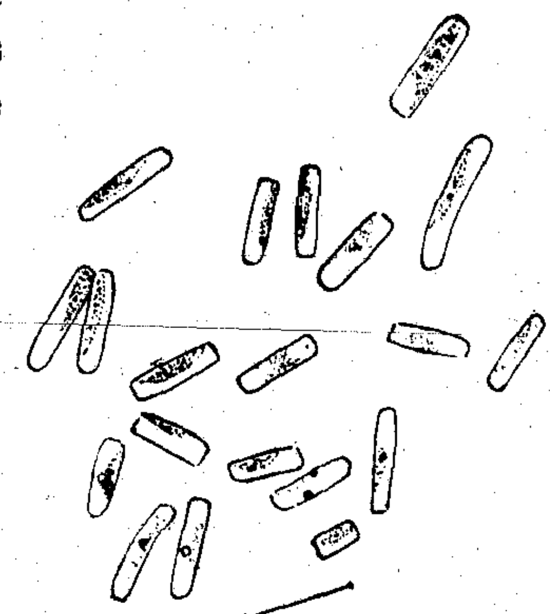


Fig. 136. *Stichococcus dubius* Chod. (n. 59 de la collection). Culture sur agar-glycose. 900 ×.

ous avons en culture sous ce nom soit bien l'espèce que plusieurs otanistes récents ont étudiée dans des conditions analogues; c'est le 16 de notre catalogue.

Cette espèce croît lentement sur agar sans sucre, elle y form de petites taches d'un vert foncé. Sur des milieux variés, elle présent des analogies évidentes avec le *S. pallescens* Chod. (fig. 134) dont va être question. Sur agar-glycose, la croissance est rapide; les disqu au bout de deux mois atteignent 2 cm de diamètre; ils sont apl tis, réguliers, un peu épaissis, avec marge déclive. Ils ne forment ce pendant pas de coussinets bombés. On y remarque une striation rayo nante indistincte. La couleur est vert pomme, gaie, brillante, sans ap parence filamenteuse ou laineuse, les disqu dans le même temps sont plus vert clair qu ceux du *S. dubius* (fig. 136) et deux fois pl développés, trois fois plus grands que ceux d *Raphidonema sempervirens* Chod., lequel a co servé sa teinte vert foncé et est au moins 5 fo plus vigoureux que le *S. minor* (Naeg). Chod (fig. 135).

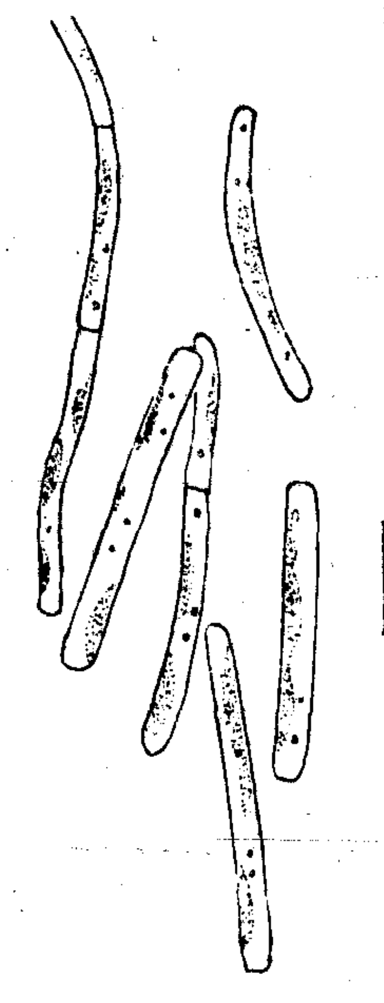


Fig. 137. *Stichococcus mirabilis* Lagh. (n. 15 de la collect.). Culture sur agar-glycose. 900 ×.

Des expériences comparatives faites da le même temps sur agar-glycose-peptone mon trent que sur ce milieu les disques du *S. baci laris* sont au moins deux fois plus larges qu sur agar-glycose; ils sont plus ou moins festonné brillants et d'une couleur vert noir. Cette ac célération de croissance par le milieu glycos peptone, le *S. bacillaris* Naeg. la partage av le *S. pallescens* Chod. Mais cette dernière espèc qu'on peut parfois confondre avec le *S. bacilla ris* Naeg., s'en distingue suffisamment par d'autr caractères (voir plus loin *S pallescens*).

Avec le temps, les disques du *S. bacillari* dans la lumière, se décolorent, le plus souve de la périphérie vers le centre; mais, dans cett décoloration, il est moins hâtif que le *S. pallescens* Pour assist à cette transformation il faut souvent attendre 3 à 4 mois. Alo on voit que non seulement la décoloration se fait selon un liseré d'u blanc parfait, mais que cette décoloration procède selon des ligne qui vont de la périphérie au centre. Ces segments blancs ne sont p formés de cellules mortes; on peut prélever de ces cellules décol rées et les transporter sur un milieu agar-glycose. Parfois, cette i inoculation fournit dès le début une colonie blanche, mais qui fi pourtant par verdir au bout d'un certain temps; parfois, au contrair sur ce milieu, elle verdit dès le début. Sur gélatine, il est le seul d espèces étudiées à ce point de vue qui, au bout d'un mois, liquéfie

eu. Sur ce dernier milieu, il se sépare nettement du *S. pallescens* Chod. t se rapproche au contraire du *Raphidonema sempervirens* Chod. n effet, au bout d'un mois, le *S. bacillaris* forme sur gélatine sucrée es disques irréguliers, secs, granulés, un peu enfoncés en forme de oupe. La différence entre les deux espèces est que le *R. sempervirens* Chod. constitue sur ce milieu des taches vert noir, l'autre, le *S. bacillaris* Naeg., des taches plus claires. Le premier semble aussi ieux se développer dans la profondeur que le second; au contraire, e *S. pallescens* Chod. forme sur cette gélatine des gazons étendus n un mince enduit. Alors cette espèce ressemble si fort au *S. mirabilis* Lagh. qu'on les confondrait; il suffit alors de les transporter l'un t l'autre sur agar-glycose pour les voir de nouveau diverger. Cependant, les enduits larges et irréguliers du *S. mirabilis* Lagh. (fig. 137) ont plus épais que ceux du *S. pallescens* Chod.

Sur ce même milieu gélatinisé, le *S. minor* (Naeg.) Chod. y orme des colonies trois fois plus petites que celles du *S. bacillaris*; lles sont aussi un peu granuleuses. Enfin, le *S. lacustris* Chod. fig. 139) qui, sur les milieux agarisés, s'étend sur toute la surface n un enduit visqueux vaseliné et marbré (pl. VIII, 47) ne forme sur élatine qu'un bouton saillant étroitement implanté sur le substratum ui jamais ne s'étale sur ce dernier et semble au contraire le fuir.

On voit combien chacune de ces espèces, qui sous le microscope e se laissent pas distinguer avec sécurité, se comporte différemment n culture pure. Alors la morphologie sociale est plus caractéristique que la morphologie cellulaire et, sur les milieux variés, les espèces e présentent souvent d'une manière absolument différente. Ce sont là des faits intéressants de morphogenèse expérimentale.

J'ai aussi cultivé le *S. bacillaris* dans des solutions nutritives minérales (Detmer 1/3, Fe_2Cl_6 à raison de 0,005 % à 0,02 %). Ces solutions conviennent tout aussi bien à cette espèce qu'aux autres. Le *S. bacillaris* Naeg. se développe rapidement dans ce milieu et y forme un dépôt vert foncé; il en est de même du *S. pallescens* Chod.; au contraire, les *S. minor* (Naeg.) Chod. et *S. mirabilis* Lagh. se développent à la surface du liquide, le premier formant un enduit moins soyeux que le second.

Le lactose n'a qu'une valeur nutritive très faible pour le *S. bacillaris*, car sur agar-lactose le développement est à peine plus vigoureux que sur le même milieu sans lactose. J'ai fait, à propos de cette espèce, en plus de celle dont je viens de parler, de nombreuses expériences. Je vais énumérer les principaux résultats de ces dernières:

1° Agar-Detmer 1/1 (où l'azote est fourni par des doses croissantes de nitrate de calcium) A. lumière — B. obscurité.

A. La croissance est faible et, au bout d'un mois, la colo- atteint à peine 2,5 μ de diamètre. Mais la couleur est vert foncé. Il n'y a pas d'accélération avec augmentation de la dose d'azote.

B. A l'obscurité, il y a encore un développement, mais encore ici il n'y a aucune accélération en fonction de l'augmentation de l'azote. Comme le développement se fait en dehors de toute photo- synthèse, il faut admettre que l'agar est un peu assimilé. Cependant l'obscurité retarde beaucoup le développement et la couleur des colo- nies est moins verte.

2° Mêmes expériences; mais on ajoute à des doses croissantes de nitrate de calcium, à chaque milieu 2% de glycose.

Résultats: les colonies dans la lumière sont vert pâle, 4 fois plus fortes que dans l'obscurité. Les doses croissantes d'azote sous forme de nitrate n'ont pas produit d'accélération. Il faut donc admettre que la quantité de nitrate contenue dans la solution nutritive nor- male est un optimum.

3° Cultures sur agar-peptone sans sucre (0,8 — 1,6 — 2,4 — 3,2 — 4 ‰). Les colonies s'étendent en couche mince sur le substra- tum. Jusqu'à 2,4 ‰ de peptone il y a accélération en fonction de la concentration; au-dessus de cette concentration, il y a constance. Le diamètre des colonies finit par atteindre 1 cm, mais elles sont minces et toujours inférieures comme masse à celles qui ont crû sur le mi- lieu agar-glycose nitrate de calcium.

Les mêmes cultures faites parallèlement dans l'obscurité mon- trent une accélération qui va de 0,8 à 4 ‰, mais, toute chose sem- blable d'ailleurs, la croissance est bien moins forte que dans la lumière.

4° Ces mêmes cultures ont été faites en présence de glycose 2% (peptone 0,8–1,6–2,4–3,2 ‰). Dans ces conditions il y a une énorme accélération; les colonies l'emportent de beaucoup de dimension sur ce qu'elles sont sur les milieux où l'azote est sous forme de nitrate de calcium; la différence va du simple au quadruple comme diamètre des colonies. Cette accélération reste proportionnelle si on compare les cultures glycose-nitrate à celles qui contiennent glycose-peptone à l'obscurité, mais encore ici on voit que, dans les mêmes conditions, la lumière a un effet accélérateur qui va du simple au double comme diamètre des colonies. J'ai déjà dit que, dans le milieu sucré à nitrate de calcium, la teinte verte pâlit quelle que soit la proportion de ni- trate; en présence de la peptone il y a encore faible pâlissement. Mais les cultures à 2,4—3,2 et 4 ‰ de peptone restent vertes et le verdissement est même renforcé. Je montre au cours de l'exposé de mes nombreuses recherches que combiné au glycose la peptone à dose convenable favorise non seulement la croissance mais surtout

aintient et exagère la production de la chlorophylle. Tout ceci à la mière.

A l'obscurité les mêmes cultures montrent les différences suiantes: à 0,8‰ de peptone la couleur de la colonie est jaune, à ,6 jaune vert, à 2,4 jusqu'à 4‰ jaune vert. Nulle part et dans auune de mes expériences la teinte à l'obscurité n'a été aussi forte ue dans la lumière.

Il est curieux de constater que si, sur peptone sans sucre, la roissance a été de beaucoup inférieure à celle qu'on obtient avec lycose et nitrate de calcium, néanmoins il y a cette différence que es cultures sur peptone sans autre source de carbone organique mainiennent la belle teinte verte des colonies. La peptone est donc un acteur qui influe très nettement sur la formation de la chlorophylle.

5° L'influence fâcheuse d'une trop forte concentration saline se ait bien remarquer quand on substitue à la solution Detmer la même olution diluée au $^1/_3$. A cette dilution la récolte est presque doublée.

6° J'ai fait varier la nature des sucres: agar-saccharose, agaraltose, agar-glycérine. Sur agar-saccharose 2% les développements ans la lumière et l'obscurité sont sensiblement égaux, les colonies âlissent rapidement, dans la lumière encore plus vite que dans l'obcurité. Le maltose est inférieur comme source de carbone; les coonies sont deux fois plus petites, elles pâlissent dans l'obscurité et ans la lumière. Avec la glycérine et à la même concentration, le déveoppement est beaucoup moins fort; ce dernier corps est à peine asimilé. Aussi la couleur verte se maintient-elle beaucoup plus longemps et à la lumière ne semble pas diminuer. Dans l'obscurité et ur agar-Detmer-glycérine le développement est presque nul. On voit onc clairement que lorsqu'une matière hydrocarbonée n'est pas assiilée ou difficilement assimilée, ce qui se voit par la culture à l'obsurité, elle n'entrave cependant pas le développement de la chlorophylle la lumière. Si on ajoute de la peptone dans les proportions indiquées lus haut et qu'on prenne comme nourriture hydrocarbonée la glycéine, la croissance est à peine plus accélérée que sans peptone. Les olonies s'étalent plus mais manquent d'épaisseur. A l'obscurité et ans les mêmes conditions il n'y a qu'un développement insignifiant 'est-à-dire que les colonies sont à peine plus vigoureuses que sur un ilieu agar purifié Detmer dans l'obscurité. L'incapacité de fonctionner omme bon aliment dans l'obscurité est évidente soit pour la glycéine soit pour la peptone.

7° Sur gélatine additionnée de 3% de glycose il n'y a pas de iquéfaction appréciable à la lumière, même au bout de six mois. A 'obscurité il y a liquéfaction mais elle n'est pas forte.

Si maintenant on répète ces expériences comme nous l'avons fait en partant de colonies les unes vertes, les autres complètement blanches, on constate que la décoloration ne constitue pas une mutation héréditaire, car ramenée sur des milieux inorganiques ou des milieux glycoses-peptone le *Stichococcus bacillaris* revient au stade vert.

Passons maintenant à la morphologie des cellules cultivées dans ces conditions. Sur agar-glycose les cellules sont bourrées de globules huileux; le diamètre est de 2,2 μ.

Il y a aussi beaucoup de globules de graisse dans les cellules qui se sont formées sur saccharose. Celles qui ont crû sur agar-glycose-peptone n'ont pas de globules huileux, le plasma y est homogène, le chromatophore bien visible et coloré en vert. Ceci donne bien l'impression d'une croissance active sans trouble digestif, sans dépôt de substances secondaires de déchets (huile). Le rapport entre l'azote assimilable et le sucre est ici favorable à la croissance. Il y a de même forte assimilation de graisse dans les milieux riches en maltose. Les cellules sur milieu peptone-glycérine s'allongent beaucoup. Celles du milieu maltose, en lumière, sont irrégulières, en massue, en forme de baguettes de tambour irrégulièrement renflées. C'est sur ce milieu que se manifestent les plus curieuses formes d'involution.

Les auteurs se sont occupés à plusieurs reprises des *Stichococcus* en culture pure. Citons tout d'abord Matruchot et Molliard[1]; ils ont remarqué que le développement de leur *Stichococcus*, qu'ils identifient au *S. bacillaris* var. *major* Naeg., dans la gélatine, se fait mieux en surface qu'en profondeur; ils en tirent la conclusion exacte que l'oxygène favorise le développement mais qu'une faible tension d'oxygène suffit. Le glycose produit l'étiolement à 3%. Les auteurs donnent comme série favorable au développement de cette algue la liste suivante des matières hydrocarbonées: glycose, lévulose, dextrine, gomme, glycérine, mannite, disaccharides (saccharose, maltose, lactose). Je pense qu'il y a erreur car le lactose n'est jamais un élément hydrocarboné de quelque importance. Ils reconnaissent au glycose et au lévulose l'action de modifier la couleur et en ceci ils sont d'accord avec Beijerinck[2] et Krüger[3].

---

[1]) Matruchot L. et Molliard M., Variations de structure d'une algue verte sous l'influence du milieu nutritif. Revue générale de botanique, XIV (1902), 193.

[2]) Beijerinck, Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien etc. Bot. Zeit. XXXXVIII (1890), 725.

[3]) Krüger, V. Beiträge zur Kenntnis der Organismen des Saftflusses der Laubbäume, in Beiträge zur Physiologie u. Morphologie niederer Organismen IV (1894), 69.

Ils ont aussi reconnu que le développement de cette algue dans le liquide minéral sans sucre est faible. Je ferai remarquer à ce propos que cela provient sans nul doute de ce qu'ils n'ont pas tenu compte de la nécessité de fournir à cette algue une dose suffisante de fer (vid. p. 149). La concentration avantageuse du sucre va, selon ces auteurs, jusqu'à 3%. L'acide citrique, selon eux également, peut, à faible concentration (0,03%), servir d'aliment. Ils ont constaté comme Artari l'avait déjà fait avant eux, le verdissement à l'obscurité; mais ces auteurs sont certainement dans l'erreur quand ils prétendent que les nitrates ne sont pas pour cette plante une source d'azote assimilable. Nous avons montré plus haut que cette forme d'azote est non seulement parfaitement suffisante, mais très avantageuse. Ces mêmes auteurs pensent que les sels d'ammonium, parmi les matières minérales utilisées, constituent seuls un aliment azoté. Mes cultures répétées depuis 12 ans me prouvent le contraire. Si les sels d'ammonium sont également une source d'azote avantageuse, les nitrates ont suffi au développement de cette algue depuis un nombre incalculable de générations. En 1900 Radais a montré que chez cette algue il peut se former de la chlorophylle dans l'obscurité la plus parfaite[1]) mais déjà précédemment Artari[2]) qui a expérimenté sur la même plante a montré le verdissement à l'obscurité mais aussi qu'elle s'adapte facilement à des concentrations très différentes. Selon lui, dans les solutions peu concentrées, la plante croît lentement; la conclusion de cet auteur est que si on veut un développement rapide il faut des concentrations élevées (0,5 –1%) de la substance nutritive azotée et au moins 1 à 2% de glycose. Au dessus de 5% de glycose le développement est ralenti. Mais Artari prétend qu'il y a encore croissance à la lumière vers 25% de glycose et que la limite pour le saccharose est 48%. De très faibles concentrations de glycose favorisent déjà le développement. Dans les solutions plus concentrées les cellules s'allongent beaucoup plus que dans les solutions plus faibles; la division est donc ralentie par l'augmentation de la concentration; c'est ce que nous avons mis autrefois en évidence à propos d'un travail sur le *Pediastrum Boryanum* et c'est ce que toutes nos cultures ont confirmé depuis; il semble donc que dans les solutions concentrées la multiplication nucléaire ne s'arrête point, mais qu'elle n'est pas suivie immédiatement par le cloisonnement. C'est ce qui explique la production des cellules géantes lesquelles, toutes les fois qu'elles ont été étudiées à ce point de vue, montrent une multiplicité des noyaux. Ici l'augmentation de la concentration ralentit la rapidité de segmentation sans empêcher l'allongement.

[1]) Radais, Sur la culture pure d'une algue verte; formation de chlorophylle à l'obscurité. C. R. Ac. Sc. CXXX (1900), 793.

[2]) Artari, Bull. Soc. Nat. Moscou (1899), 39.

Artari a aussi trouvé que le chlorure de sodium produit rapidement, avec la concentration, un effet retardateur. La concentration maximum, selon lui, est à 3 % mais, selon Richter, on peut, en adaptant successivement l'algue arriver jusqu'à 13 %.[1])

Dans mes expériences relatives à l'effet de concentrations variées et qui ont été faites sans addition de sucre mais sous l'influence du chlorure ferrique j'ai toujours trouvé qu'au-dessus de 0,5 % de chlorure de sodium le développement du *S. bacillaris* Naeg. et des autres *Stichococcus* est fortement ralenti. Comme il a déjà été dit plus haut, la plasticité de cette algue est des plus limitée. Sur agar-glycose 2 % les cellules atteignent 12/2,5, 17/2,2, 18/3 μ; rarement les cellules sont plus épaisses. Elles forment des chaînettes dissociables et, sur ce milieu, leur chromatophore pariétal est souvent rendu indistinct par la présence de globules de graisse ou de mucilage bien caractéristiques pour cette espèce.

Nadson a cultivé[2]) sur agar un *Stichococcus* auquel il donne le nom de *S. bacillaris*. Il a expérimenté l'action des lumières colorées sur le développement. Selon lui la lumière rouge (solution de bichromate de potassium) aurait une action fâcheuse, en ralentissant le développement et en produisant finalement une désorganisation. Cette modification qui se traduirait par une altération du chromatophore ne se ferait pas en lumière blanche ni en lumière bleue. Dans cette dernière radiation (solution d'oxyde de cuivre ammoniacal) la vigueur, comparée à celle des cultures dans la lumière blanche, serait d'abord plus faible mais au bout de quatre à six mois les différences s'effaceraient.

Stichococcus pallescens Chod.

Très voisine du *S. bacillaris* Naeg., cette espèce (n° 14 de la collection) en diffère surtout[3]) par la manière de se comporter dans les divers milieux de culture. Sur agar-Detmer 1/3, faible développement; les cellules y atteignent 2,8 à 3 μ de diamètre et 8 à 12 μ de longueur. Elles restent unies en petites chaînettes de deux ou plusieurs cellules. Sur ce milieu, les cellules ne contiennent pas de globules de graisse. Sur agar-glycose 2 % il se forme des disques brillants peu élevés qui sont moins arrondis, plus irrégulièrement festonnés que ceux du *S. bacillaris* Naeg. La couleur se maintient plus vive, plus verte au centre que chez l'espèce précédente, mais la décoloration se manifeste avec plus de rapidité et d'intensité.

[1]) Richer, O. Die Ernährung der Algen, 105.

[2]) Nadson, Bull. du Jard. Imp. bot. St. Pétersbourg X (1910), 138. Voir aussi le travail de B. Issatschenko, Ueber Pleomorphismus bei *Sticchococcus bacillaris* in Scripta Botanica (1911) fs. 29.

[3]) Chodat, Polymorphisme (1909), 118. Tab. XIX, AA et E Tab. A, fig. 3.

La croissance sur agar sucré est au moins d'un tiers plus rapide. Sur agar-peptone-glycose les enduits minces irréguliers et brillants sont très foncés et ressemblent à ceux du *S. bacillaris* mais ils sont encore plus vigoureux. Sur gélatine, au lieu de former des disques médiocres et granulés comme le *S. bacillaris*, le *S. pallescens* s'étend largement et constitue des enduits gazonnants brillants, très irréguliers comme contour; on voit que ce substratum permet de différencier avec sûreté le *S. pallescens* du *S. bacillaris* avec lequel sur d'autres milieux il présente plus d'une analogie; il ne liquéfie pas la gélatine; il la ramollit (peut-être en favorisant l'évaporation) et enfonce un peu ses enduits.

Avec le temps ces colonies pâlissent fortement sur les milieux glycosés. Cette décoloration se fait de manière variée. Tantôt la décoloration se fait de la périphérie vers le centre, plus souvent du centre vers la périphérie. Très souvent le centre est déjà complètement blanc tandis que le disque est encore entouré par un liseré vert. Les cellules blanches ne sont cependant pas mortes; on peut s'en servir pour réinoculer. Même lorsque toute la colonie a blanchi, il y a encore beaucoup de cellules en parfaite santé. C'est donc une espèce particulièrement saprophyte et qui passe facilement, plus facilement même que la précédente, et dans la lumière, à l'albinisme. Mais il n'y a là qu'une modification passagère. Réinoculés sur un nouveau milieu les disques chlorotiques recommencent leur développement par un premier stade vert et ne se décolorent qu'au bout d'un temps plus ou moins long. Parfois aussi, les disques sont panachés irrégulièrement. Le *S. pallescens* Chod. ressemble beaucoup dans la forme de ses cellules au *S. bacillaris* (Chod.) Naeg. mais il en diffère par les dimensions plus fortes de ces dernières. Le diamètre va de 3,5 à 4 μ, ordinairement. Il descend rarement à 2,5 μ. La longueur varie beaucoup plus: 8 à 18 μ. Le chromatophore pariétal est en plaque, souvent disposé obliquement. Sur le milieu agar-glycose il n'y a pas, comme chez l'espèce précédente, une forte accumulation de graisse dans la cellule. Le contenu cependant est divisé par de grosses vacuoles qui occupent souvent les deux pôles de la cellule. Il y a donc par rapport au *S. bacillaris* (Chod.) Naeg. une différence essentielle dans la dimension des cellules. (Fig. 134.)

Stichococcus minor (Naeg.) Chod.

J'ai identifié au *S. minor* de Naeg. l'algue dont je vais faire l'histoire (nº 17 de la collection). Ses cellules ont en moyenne 2,5 μ de diamètre. (Fig. 135).

En culture pure elle est très distincte du *S. bacillaris* Naeg. Sur agar-glycose cette espèce forme au bout de deux mois de culture, à la

lumière diffuse, des coussinets épais beaucoup plus petits que les grands disques du *S. bacillaris*. La couleur est vert foncé et non pas vert clair comme dans le *S. bacillaris*. Ces disques atteignent à ce moment un diamètre de 5 mm. L'addition de peptone double la croissance, mais la culture sur agar-glycose sans peptone n'est, à ce moment-là, pas plus pâle que celle qui se développe sur le même milieu additionné de peptone. Avec le temps les disques qui ont grossi deviennent plus clairs en surface. Au bout de six mois, on ne remarque cependant aucune tache blanche ni liseré ni secteur décoloré. La surface de ses colonies a l'éclat de la cire; elle est légèrement striée, à stries rayonnantes; la couleur verte est un peu livide. On remarque souvent un épaississement submarginal. Toute la colonie est compacte et terne. Elle ne liquéfie pas la gélatine; elle y forme des plaques foncées et s'y développe très bien. J'ai examiné avec Adjaroff plusieurs points de physiologie à propos de cette espèce[1]. Nous avons tout d'abord préparé des milieux parfaitement purs en utilisant de l'eau pure, distillée au moyen d'une cornue métallique et d'un réfrigérant métallique (étain) et recueillie dans des flacons paraffinés. Les matières minérales utilisées avaient été recristallisées et vérifiées quant à leur pureté. La solution Detmer était composée comme suit:

Nitrate de calcium	1,0
Chlorure de potassium	0,25
Sulfate de magnésium	0,25
Phosphate acide de potassium	0,25
Chlorure ferrique	traces
Eau distillée	1 L.

Nous avons établi sur ce type des solutions très concentrées en multipliant la dose des premiers sels par 57,5, ce qui nous fournit une solution mère à 10%. Nous avons alors établi des solutions de 1 à 10%. Dans ces solutions on a, pour deux séries d'expériences parallèles, supprimé dans l'une le ion calcium en remplaçant le sel de calcium par un sel de potassium correspondant, et de même on a supprimé dans une autre série le ion potassium en lui substituant un sel calcique correspondant. Les résultats obtenus répétés et vérifiés ont été les suivants:

1° La solution nutritive au-dessus de 6% est impropre à tout développement; au-dessous, la vitesse de croissance est inversément proportionnelle à la concentration jusqu'à une limite qui est voisine de $^1/_8$ Detmer.

[1]) **Adjaroff**, Recherches expérimentales sur la physiologie de quelques algues vertes, Genève (1905).

2° Si on enlève le potassium, toutes les concentrations de 1 à 0% permettent le développement sans toutefois échapper à la règle déjà énoncée en ce qui concerne la concentration.

3° Sans calcium il y a arrêt de développement assez rapide comme dans le cas de la solution Detmer ¹/₃. Ceci montre que le calcium n'a pas une action inhibitrice aussi marquée que le potassium et que l'un des ions n'agit pas sur l'organisme pour abolir l'action nocive de l'autre. Le calcium paraît dispensable (Adjaroff l. c. 12).

Si on prend toutes les précautions nécessaires, déjà décrites dans l'introduction, en empêchant que le liquide nutritif ne puisse toucher le verre de l'éprouvette, c. a. d. en isolant cette dernière par un manchon interne de paraffine, le résultat est que, sans potassium, même en présence d'une solution nutritive complète pour le reste, il n'y a aucun développement. Les premières expériences dont il vient d'être question n'avaient pas été faites dans des éprouvettes paraffinées. Il faut donc supposer que, dans ces conditions, la petite quantité de potassium que l'eau avait dissoute du verre suffisait pour le maigre développement de cette algue. Dans ces expériences-ci, l'eau n'arrivant pas en contact avec le verre ne peut le dissoudre et tout développement de l'algue cesse. Cultivée dans les mêmes conditions, mais sans calcium, il se fait encore un faible développement, mais ce dernier s'arrête bientôt. J'ai voulu savoir ensuite s'il serait possible de supprimer tous les ions métalliques en les remplaçant par des sels ammoniacaux:

Nitrate d'ammonium	1,0
Phosphate d'ammonium	1,0
Sulfate d'ammonium	1,0
Chlorure ferrique	traces
Eau distillée	1 L.

Ces expériences ont été faites par M. Adjaroff et par moi plusieurs fois. Le résultat a été négatif, c'est-à-dire que si pour *S. minor* il se fait parfois un commencement de développement, celui-ci s'arrête bientôt faute d'ions métalliques.

Pour cette espèce le maximum de température à laquelle l'algue peut se développer s'est trouvé entre 22 et 29°. A 22°, les colonies restent petites, l'optimum est voisin de 15°.

On a trouvé que sur agar-Detmer-peptone (Witte) cette algue ne peut croître sur un milieu contenant plus de 1% de peptone; à 0,5% il y a formation de petites colonies, mais celles-ci arrêtent bientôt leur développement. J'ai en outre trouvé qu'en ajoutant 2% de glycose le résultat reste le même, on peut donc en tirer la conclusion qu'à la concentration de 0,5 à 1% de peptone, même en pré-

sence de glycose, ce corps agit comme poison. Mais si on diminue en présence de 2% de glycose, la quantité de peptone à 0,10%, la comparaison avec les cultures sans peptone montre que, à cette concentration, la peptone a un sensible effet accélérateur, le développement est doublé. La gélatine utilisée à la dose de 15 gr. pour 100 gr. d'eau distillée permet le développement de cette algue. Au bout de quelques jours, les colonies provoquées par l'inoculation de culture deviennent visibles; elles s'enfoncent rapidement dans le milieu et elles atteignent bientôt le fond mais sans s'accroître beaucoup. Si on remplace l'eau distillée par la solution Detmer, la liquéfaction se fait encore, mais elle est beaucoup moins prononcée.

Sur les milieux agar-Detmer-glycose 2% il n'y a tout d'abord pas de liquéfaction; les colonies d'ensemencement restent et se développent à la surface. Mais au bout d'un certain temps il se forme autour de ces colonies un anneau de dépression qui indique un faible pouvoir peptonisant. Les colonies qui se sont développées dans l'intérieur de la gélatine développent de l'hématochrome.

L'addition de peptone à la gélatine, même à faible concentration, a un effet retardateur. A 1%, 0,5% le développement est presque nul. A $^1/_{20}$—$^1/_{40}$% de peptone, il n'y a aucune accélération par rapport à la gélatine sans peptone, il y a même ralentissement. On obtient les mêmes résultats lorsqu'à la gélatine-peptone on ajoute du sucre; donc la peptone en présence de gélatine semble être difficilement assimilée et constitue un poison. On se rappellera que pour cette algue la gélatine, glycoprotéide, paraît une nourriture suffisante grâce à son pouvoir peptonisant.[1])

Les expériences précédentes ont été faites dans la lumière. Sur agar-Detmer dans l'obscurité le développement est mauvais, il y a diminution de la couleur verte. Ainsi le *S. minor* ne peut assimiler la gélose.

Ajoutons maintenant 2% de glycose à cette gélose, il y aura une accélération très forte, mais la teinte des colonies est diminuée et si on la compare à celle des mêmes expériences à la lumière, on voit que ce n'est pas ici exclusivement le glycose qui amoindrit la chlorophylle, mais le défaut de lumière.[2]) L'obscurité favorise également la liquéfaction de la gélatine (sans sucre) qui est beaucoup plus forte dans ce milieu que dans la lumière. En outre, la teinte des colonies est plus pâle dans la gélatine liquéfiée à l'obscurité que sur milieux gélosés. Ici donc le saprophytisme de l'algue qui peptonise la gélatine s'ajoute à l'action de l'obscurité pour affaiblir la chloro-

[1]) Chodat et Adjaroff, Conditions de nutrition de quelques algues en culture pure. Archives des Sciences physiques et naturelles, mars 1903.

[2]) Adjaroff, l. c.

ylle. Même alors que la liquéfaction de la gélatine se fait avec vigeur dans l'obscurité, la dimension des colonies est toujours plus ble que dans les mêmes conditions à la lumière. Cette diminution développement atteint ordinairement une valeur exprimée par le iffre 4. La liquéfaction de la gélatine qui ne se fait pas dans des lieux fortement glycosés à la lumière, a lieu avec intensité dans bscurité; on en tire comme conclusion que la lumière diminue la crétion des ferments protéolytiques. Et cependant, même sur milieux ycosés, le développement de ces colonies est quatre fois plus faible ns l'obscurité. Cependant, toute chose étant égale, l'addition de glyse ralentit la liquéfaction.

Le *Stichococcus minor* se présente sous la forme de bâtonnets urts associés en chaînettes et qui se désarticulent avec grande facité. Lorsque les cellules sont isolées elles arrondissent un peu leur trémité; le chromatophore est pariétal. Sur le milieu agar-glycose teinte du plastide reste verte; on voit un ou deux granules illants dans la cellule. Les dimensions sont 8/3, 6/3,1, 6/3 μ. Il y a pendant beaucoup de cellules qui ont 7/2,5 μ. Il est nettement plus tit que le *S. bacillaris* (Chod.) Naeg. surtout en ce qui concerne longueur des cellules désarticulées. Le diamètre est sensiblement al, il varie beaucoup. On ne voit pas non plus s'accumuler dans la llule et sur milieux glycosés les nombreux globules de graisse qui ractérisent si bien le *S. bacillaris*.

Stichococcus mirabilis Lagh.

Le diamètre des cellules de cette espèce[1]) varie de 1,8 à 2 μ, atteint rement 3,2 μ; mais la longueur des cellules est excessive, 13 à 30 μ ° 15 de la collection). (Fig. 137.)

Elle croît mal sur des milieux non glycosés. Sur agar-glycose le forme au bout de deux mois des disques humides, laineux, vert ncé, à surface finement ridée et à épaisseur relativement considérable. a couleur sur ce milieu reste longtemps vert foncé. Ces disques apparence laineuse ne s'étendent cependant jamais sur toute la rface; au bout de quelques mois ils atteignent seulement 20 à 22 mm e diamètre. Après six mois de culture, à la lumière diffuse, les coloes ne sont pas encore chlorotiques. Au bout de plus d'une année s disques, qui sont encore d'un vert un peu plus pâle et bordés d'un seré vert clair, ne montrent pas de tendance très manifeste à l'albisme. Comme toujours le lactose augmente à peine l'intensité du éveloppement comparée à ce qu'il est sur agar sans sucre. Les essais e culture sur agar-glycose 2 %, peptone 0,10 % n'ont donné aucun

[1]) Lagerheim in Wittrock et Nordstedt, Alg. dulc. aq. exscc. n° 1087 893).

résultat mais cette expérience serait à répéter. Quant aux cultures sur gélatine sucrée (glycose 2 %) elle se manifeste par des gazons étendus, à surface finement soyeuse, à enduit un peu épais. Cette espèce est constituée de filaments continus dans lesquels on ne peut distinguer ni base ni sommet. Le diamètre de ces filaments varie dans de notables proportions. Les plus gros atteignent rarement 4 μ. Le diamètre est habituellement de 2 à 2,5 μ. La longueur des cellules est remarquable pour un *Stichococcus;* elle varie de 18 à 30 μ. Il y a partout des cellules plus courtes et d'autres plus longues. Le chromatophore qui est en plaque étroite et sinueuse est souvent divisé. Le contenu de la cellule est clair; même sur milieu agar-glycose la cellule n'est pas gorgée de globules huileux. Les filaments, sur les milieux agarisés se tordent habituellement et se présentent souvent sous une apparence spiralée. De là, la surface crispée de la colonie telle qu'elle a été décrite plus haut.

Stichococcus dubius Chod. (nov. spec.).

C'est une algue épiphylle (n° 59 de la collection) extraite d'un essai de triage de gonidies du *Cladonia pyxidata.* Par la morphologie de ses cultures cette espèce rappelle le *Raphidonema sempervirens* Chod. mais ici les colonies sur agar-glycose sont, dans le même temps deux fois plus grandes et moins foncées. Elle est exactement, comme type de culture, à mi-chemin entre le *R. sempervirens* Chod et le *S. bacillaris* Naeg. Au bout de deux mois les disques atteignent jusqu'à 9 mm de diamètre, sont aplatis, légèrement bombés, lisses et brillants, vert foncé mais non pas vert noir comme cela a lieu dans le *R. sempervirens.* Au bout de six mois, les colonies sont encore vertes presque aussi vertes qu'au début avec un liseré vert jaune. Cultivée sur le même milieu, additionné de peptone 0,10 %, cette espèce fournit, dans le même temps des colonies de mêmes dimensions. Chose curieuse et assez inattendue, la teinte des colonies sur ce milieu est plus vert jaune que celle des colonies sur agar-glycose. Chacune de ces colonies est bordée par une espèce de liseré vert clair; par conséquent elle se distingue particulièrement des autres espèces par ce caractère. Sur ces milieux, elle forme des cellules isolées ou des filaments réguliers qui se désarticulent avec facilité. Les cellules isolées ont le plus souvent de 6 à 10 μ de longueur et un diamètre de 2 à 3 μ; elles sont donc de quatre à cinq fois plus longues qu'épaisses. Le sommet de chaque cellule isolée est comme tronqué, peu arrondi; le chromatophore est pariétal (fig. 136).

Stichococcus membranaefaciens Chod. (nov. spec.).
(Pl. VIII, 48.)

Cette belle espèce (n° 115 de la Collection) se reconnaît aisément culture sur agar-glycose 2 % au fait qu'elle donne naissance à s colonies qui, après s'être développées en disques de 5 à 6 mm et couleur vert foncé, se prolongent en une membrane mince flabellirme qui parfois même s'étend loin. Cette membrane est nerée, un peu à la façon d'une ulve nt les replis du thalle simuleient des nervures rayonnantes qui viendraient se confondre au centre Pl. VIII, fig. 48). Les cellules ont les imensions suivantes: diamètre 1,8 à μ, longueur 5,5 à 8,6 μ. Il y a peu e globules huileux dans la cellule. Le hromatophore est en plaque pariétale lus ou moins sinueuse. Notre n° 114 st un *Stichococcus* qui apparient à la même espèce mais paaît être plus petit et que j'appelrai *S. membranaefaciens* Chod. ar. *parvus*. Chod. Ses dimensions ur agar-glycose sont 1,8 à 1,9 μ iam. — long. 4 à 6 μ.

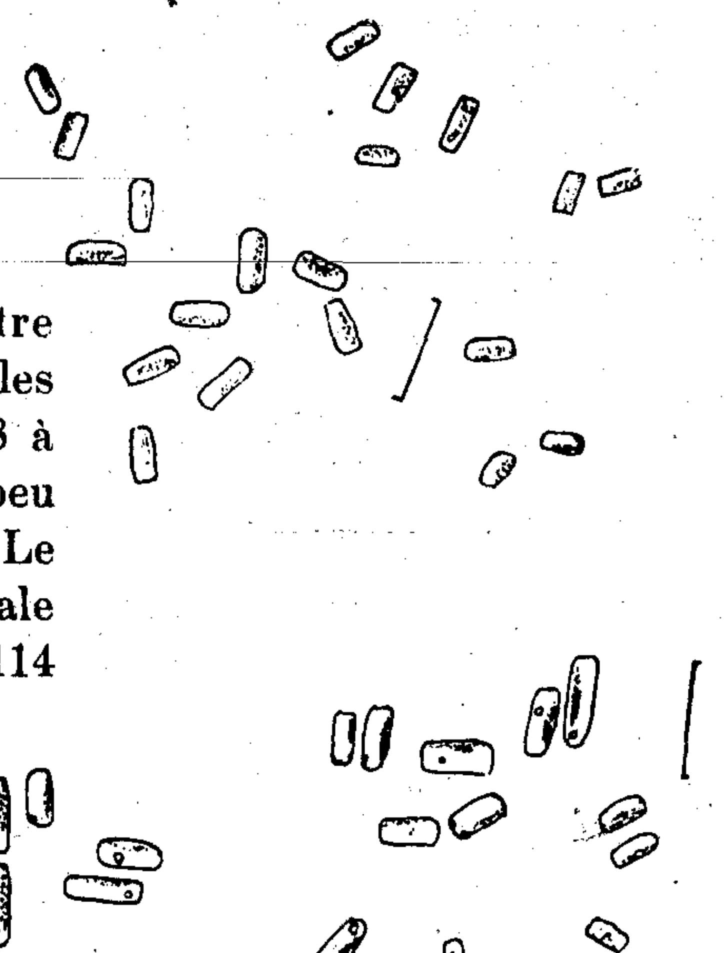


Fig. 138. *Stichococcus membranaefaciens* Chod. Culture sur agar-glycose. 850 ×.

Stichococcus lacustris Chod.

(Nos 18 et 102 de la Collection.) Isolé de l'eau du lac de Genève[1]) e *S. lacustris* Chod. est immédiatement reconnaissable, soit par ses olonies sur agar-glycose, soit par celles qu'on peut aire sur gélatine sucrée. Sur agar-glycose il s'étend argement en formant un enduit vaselineux, huileux, e couleur vert jaune, marbré de vert foncé et le lus souvent dépassée par une gelée hyaline. Cette spèce, en deux mois, s'étend sur toute la surface u milieu de culture.

Tout au contraire, sur gélatine-glycose, le *S. acustris* ne s'étend pas; il ne liquéfie pas; il y forme es colonies en boutons parfaitement sphériques ou voïdes, d'un vert jaunâtre et qui, même après eux mois, ne s'étalent pas sur le substratum. De outes les espèces d'algues que nous avons en culture 'est la seule qui se présente sur gélatine avec cet

Fig. 139. *Stichococcus lacustris* Chod. (n° 102 de la Collection). Culture sur agar-glycose. 800 ×.

[1]) Chodat, Polymorphisme l. c. (1909) 118, Pl. XIX, F. G.

aspect caractéristique d'un bouton brillant et saillant. On voit bien par cette description, combien la morphologie extérieure d'un être est conditionnée. Il n'y a pas de doute que la morphologie sociale de ces algues en culture pure ne puisse être comparée à la morphologie extérieure d'un être pluricellulaire. Les deux apparences différentes que présente cette algue sur agar et sur gélatine sont une indication de plus de l'extrême plasticité de ces plantes vis-à-vis du milieu. Il y aurait tout un chapitre de morphologie comparée et de morphogénèse expérimentale à écrire à propos des *Stichococcus* que nous venons de citer. Les enduits crispés du *S. mirabilis*, les disques bordés du *S. dubius*, les disques réguliers du *S. minor*, les enduits vaselineux du *S. lacustris* et enfin les éventails du *S. membranaefaciens* ne semblent pas trouver leur explication dans la forme différente des cellules constitutives, lesquelles sont si semblables qu'en mélange il serait impossible de reconnaître à quelle espèce appartiennent chacune des cellules. Il faut donc bien se garder de penser que l'examen au microscope permet de reconnaître les espèces des algues unicellulaires et il faut plus que jamais insister sur la nécessité d'établir des cultures pures de ces organismes. Ce que nous voulons, en étudiant des micro-organismes, c'est résoudre ou bien certains problèmes de physiologie, ou bien le problème captivant de la valeur spécifique, ou celui de la distribution géographique ou écologique. Pour résoudre l'une ou l'autre de ces questions il est nécessaire que le matériel dont on parle soit scientifiquement défini. Puisque nous savons maintenant qu'il est absolument impossible de reconnaître, par l'inspection au miscroscope, au milieu d'une population de l'eau d'un étang, d'un lac, d'une tourbière, les espèces de ce groupe, il devient tout à fait inutile de les énumérer dans des catalogues dont la notation bibliographique, les citations d'auteurs avec ou sans parenthèses, les synonymes douteux et tout l'arsenal de la nomenclature moderne ne servent qu'à en dissimuler la non-valeur; je dis qu'il est tout à fait inutile de continuer à encombrer la bibliographie scientifique de ces énumérations inutiles et invérifiables. Si les systématiciens continuent dans cette voie, ils auront mérité que ceux qui ne connaissant pas la valeur supérieure de la vraie systématique, l'accusent d'être un jeu puéril sans aucune portée scientifique. Il est temps que ces choses soient dites et répétées et que les systématiciens fassent leur «mea culpa». Il est inutile de prolonger ce quiproquo et de laisser croire à la jeunesse qu'il y a derrière ces espèces de rites qui constituent la partie la plus essentielle de la systématique spécifique contemporaine autre chose qu'une convention, qu'une nomenclature qui ne correspond à rien de positif, qui varie selon l'humeur des auteurs

t qui par conséquent n'a aucune rigueur scientifique. Je le répète, l n'est pas dans mon intention de décourager ceux qui ayant découvert dans la nature des formes non décrites, singulières ou remarquables, essaient d'en donner l'histoire du développement et au besoin les nomment à nouveau; mais ce sont là des travaux provisoires. Seule la culture pure ou la culture dans des conditions de certitude suffisante pourra nous renseigner s'il s'agit d'un organisme autonome, si son amplitude de variation est grande ou petite, si l'espèce est monomorphe, dimorphe ou polymorphe. Il est vraiment désolant de voir que la majorité des systématiciens qui s'occupent des plantes inférieures, gaspillent un réel talent à la poursuite d'une chimère: reconnaître les micro-organismes par simple étude microscopique.

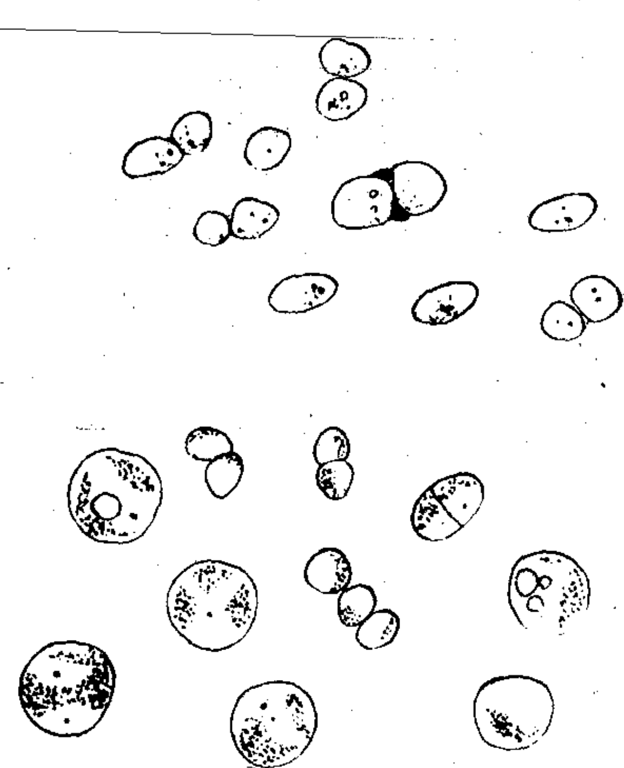


Fig. 140. *Sticchococcus Diplosphaera* (Bial.) Chod. Dessin supérieur; culture sur agar-glycose; dessin inférieur, sur agar-glycose-peptone avec cellules géantes. 800—1000 ×.

Pour revenir à cette espèce, j'ajouterai qu'elle forme sur agar-lactose des gouttelettes d'un vert gai. Sur agar-Detmer, sans glycose, les colonies sont à peine visibles. Elle refusent de croître sur agar-glycose 2%, peptone 0,10% ou n'y forment que des points insignifiants. J'ai extrait la même espèce d'un triage de gonidies du *Verrucaria Dufourii* DC. et du *Verrucaria myriocarpa* Krb. Elle paraît donc très répandue (Pl. VIII, fig. 47).

C'est une espèce à cellules presque quadrangulaires, dont le diamètre des cellules va de 2,6 à 3 μ et la longueur de 2,8 à 4 μ. Elle accumule peu de réserves; le contenu de ses cellules n'est pas granulé. Si on n'y regarde de près et qu'on n'en suive pas le développement on la prendrait pour un petit *Chlorella*. Mais la disposition des cellules en chaînette, l'absence totale de sporulation, la multiplication toujours végétative et dans une seule direction en font un *Stichococcus*.

Stichococcus Diplosphaera (Bialosuknia) Chod.[1]).

Sous le nom de *Diplosphaera*, Bialosuknia a décrit un *Stichococcus* voisin par la morphologie cellulaire du *Stichococcus lacustris* Chod. mais qui en diffère essentiellement par l'apparence des colonies (n° 50 de la Collection). Cette espèce croît tout aussi bien sur agar-

[1]) Bialosuknia, *Diplosphaera Chodati* Bial., Bull. Soc. Bot. Genève, II, série I (1909), 103.

glycose que sur agar-glycose-peptone. L'addition de cette forme d'azote, jusqu'à 1% de peptone, n'a aucun effet accélérateur sur la croissance des colonies. Mais tandis que, sur agar-glycose, les gros disques sont vert jaune pâlissant au bord, épais et brillant, ceux, sur agar-peptone, restent vert foncé, même après 4 mois de culture. On voit encore ici l'influence favorable de la peptone sur la formation de la chlorophylle. Les cellules, sur agar-glycose, paraissent ellipsoïdes ou subsphériques quand elles sont isolées; elles se divisent après allongement de la cellule à la façon d'un *Stichococcus*; les deux cellules filles se détachent par dédoublement de la paroi de séparation; elles restent très souvent accolés par une anastomose médiane ou se désarticulent tout en divergeant en restant attachées par un mince et étroit débris de la membrane. Les groupements de cellules dessinés par Bialosuknia sont purement accidentels et n'ont aucune importance systématique car la multiplication chez cette espèce ne se fait que dans une seule direction.

Fig. 141. *Raphidonema sempervirens* Chod. Culture sur agar-glycose. 800 ×. (nº 55) Imm.

Cultivées sur agar-glycose-peptone les cellules sont plus grosses; elles s'arrondissent et ressemblent alors à de petits *Chlorella*. Mais comme elles ne produisent jamais de spores on ne saurait les confondre avec ce genre de Cystosporées. Plusieurs même deviennent monstrueuses et le chromatophore se divise alors en plusieurs morceaux. Les dimensions sur ce milieu sont: long. 4—7 μ, larg. 3—4 μ.

Si les cultures vieillissent, les colonies finissent par devenir des disques de 12 à 14 mm de diamètre, jaune vert ou jaune canari brillant et demi-visqueux.

Bialosuknia a montré que cette algue, que nous avons triée d'un essai de sélection de gonidie de lichen (*Lecanora tartarea* Ach.) est capable d'attaquer les roches calcaires. Il ne faudrait cependant pas penser que cette algue serait la gonidie de ce dernier lichen. Sa gonidie appartient aux Chroolépidacées. Le *Stichococcus Diplosphaera* est donc encore une pseudo-gonidie. Elle ne liquéfie pas la gélatine. Elle vit facilement dans des milieux acides comme le milieu de Gastine.

On a cultivé aussi cette algue en présence de diverses sources d'azote en s'arrangeant qu'il y ait toujours la même proportion d'azote rapportée à 0,5% de peptone. En milieu liquide elle ne peut se dé-

velopper à l'obscurité. Sur milieu solide, elle peut utiliser toutes les combinaisons azotées expérimentées: peptone, tyrosine, glycocolle, alanine, mais la leucine est mal assimilée. Dans la lumière en milieu liquide, elle peut utiliser toutes ces matières peptiques, mais refuse aussi de se développer normalement dans la leucine (calculée proportionnellement à l'azote contenu dans 0,5 % de peptone). D'après Bialosuknia, il se formerait, dans ce dernier cas, de l'acétone.

Raphidonema Lagh.

La première mention faite du genre *Raphidonema* se trouve dans un travail de Lagerheim[1]) sur la flore des neiges du Pichincha. Il rapporte ce genre aux Ulothrichiacées. L'espèce décrite est une plante qui vit dans la neige colorée, elle y forme des filaments courts, cloisonnés, plus ou moins courbés. Les deux extrémités s'allongent en une espèce de soie. Les cellules, à l'exception des poils, sont cylin-

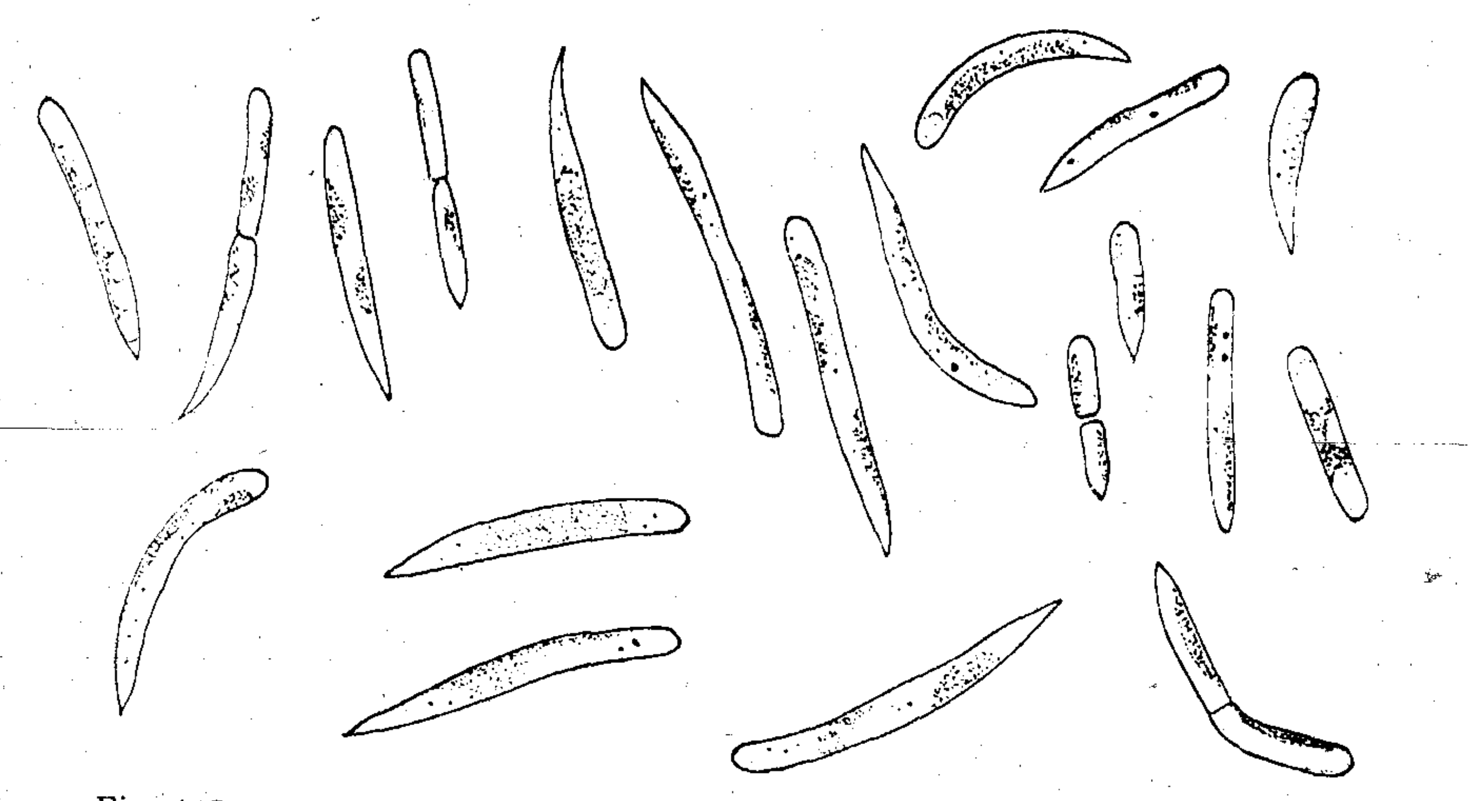


Fig. 142. *Raphidonema sempervirens* Chod. Agar-glycose. 1100 ×.

driques, elles ont 3 à 4 μ de diamètre. Il y a, dans chaque cellule, un chromatophore pariétal, sans pyrénoïde. Lagerheim n'a pas constaté d'amidon dans la cellule; l'auteur a vu quelques stades de division et il a reconnu qu'à ce moment parfois les cellules se désarticulent plus ou moins en formant de courtes chaînettes dont l'extrémité des cellules-limites est arrondie. Il ne sait si ces tronçons peuvent se multiplier sans produire de pointe ou s'ils peuvent se désarticuler en cellules semblables à des *Stichococcus*. Il ne le croît cependant pas, car il n'a jamais rencontré de cellules qui rappelleraient ce genre.

[1]) Lagerheim, Die Schneeflora des Pichincha, Ber. d. d. bot. Ges. X (1892), 523, tab. XVIII, fig. 15 à 21.

Il a nommé cette plante *R. nivale* Lagh.

Scherffel[1]) a décrit un autre *Raphidonema*, le *R. brevirostre* qui se distingue du précédent par sa pointe plus courte, moins effilée. Le diamètre du filament est de 3 à 4 μ. Il n'y a pas non plus trouvé de pyrénoïde. Il a observé que les courts filaments peuvent se désarticuler en cellules isolées, mais il considère cette désarticulation comme un phénomène pathologique. Je ne vois pas bien sur quoi repose cette affirmation. L'auteur montre aussi que les *Raphidonema* ne doivent pas être identifiés au *Raphidium nivale* de Chodat[2]) qui est un vrai *Raphidium*. Il montre aussi que l'opinion de West[3]) selon laquelle *Raphidonema nivale* Lagh. serait un champignon, est erronée et que les *Raphidonema* possèdent bien, dans leurs cellules, le chromatophore particulier aux algues; il n'affirme cependant pas que ce genre soit parfaitement fondé et il le compare au genre *Hormidium* (incl. *Stichococcus* Naeg.) et en particulier aux *Hormidium* sans pyrénoïde. Il suppose chez ces plantes l'existence de zoospores sans les avoir vues.

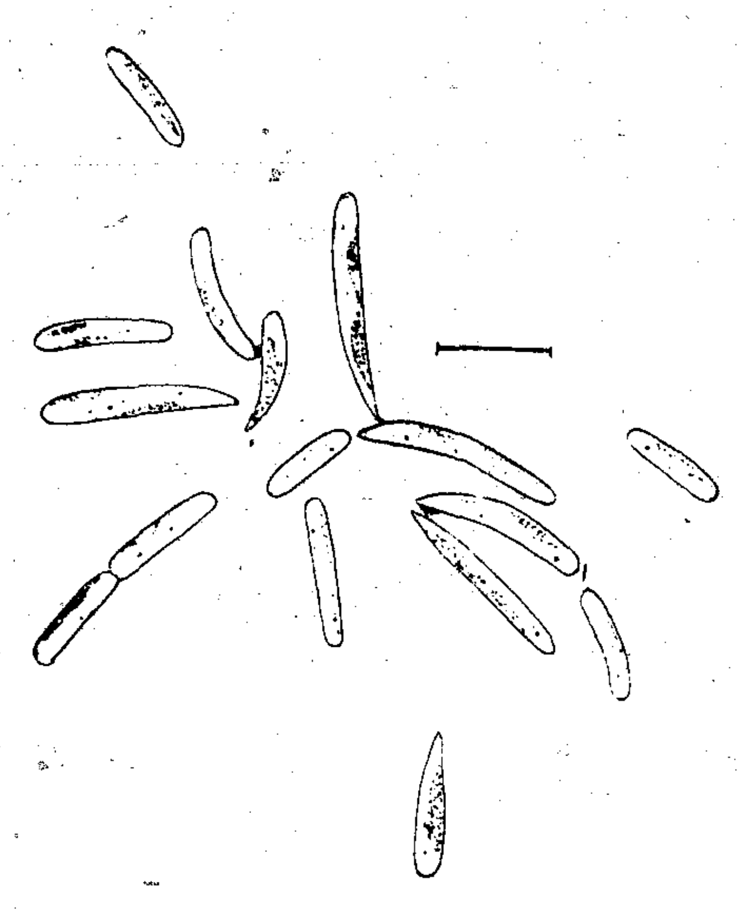


Fig. 143. *Raphidonema sempervirens* Chod. (nº 57) Agar-glycose. 800 ×.

Fritsch[4]) étudiant la neige jaune d'après du matériel fixé provenant des régions antarctiques revient à discuter de la situation des *Raphidonema* et se trouve être de la même opinion que Scherffel, contrairement à celle de Wille.[5])

Quoique pendant un temps il puisse arriver que des *Raphidium* vrais soient en apparence cloisonnés, je suis de l'avis de Scherffel et je reconnais le genre *Raphidonema* tel qu'il a été défini par Lagerheim.

[1]) Scherffel, A., *Raphidonema brevirostre*, zugleich ein Beitrag zur Schneeflora der Hohen Tatra, in Botanikai Közlemények (1910), 116.

[2]) Chodat, R., Flore des neiges du Col des Ecandies, Bull. Hb. Boiss. IV (1896), 886.

[3]) West, G., A Treatise on the British freshwater Algae, pg. 80.

[4]) Fritsch, Freshwater algae, collected in South Orkneys, in Linn. Soc. Journ. Bot. XI (1912), 317, pl. 10, fig. 32, 33.

[5]) Wille, Chlorophyceae in Engl. et Prantl., Nat. Pflz. Fam. Nachträge z. Teil I (1909), 68.

Le *Raphidonema sempervirens* Chod. a été isolé deux fois par ous de l'eau des environs de Genève. Il diffère essentiellement des eux espèces connues pour ce genre (lesquelles n'ont été étudiées que ommairement d'après du matériel fixé) par son diamètre plus faible, à 3 μ) et par sa tendance plus marquée à la désarticulation. Enfin il roduit souvent des tronçons obtus et ne saurait à ce moment-ci être istingué du genre *Stichococcus*. Ce n'est souvent qu'après avoir été ésarticulé sous cette dernière forme et avoir passé un temps plus ou oins long sous cet aspect que l'extrémité de sa cellule s'allonge en ointe. Cette pointe est souvent courte, mais parfois elle s'allonge et evient très aiguë. Il n'y a pas de pyrénoïde dans le chromatophore ariétal, lequel se divise souvent bien avant la segmentation de la ellule qui peut, avant de se fractionner, atteindre plus de 20 μ de ongueur. Je n'ai pas réussi à trouver de l'amidon dans la cellule. Dans es conditions, il n'y a plus de doute quant à la place à attribuer au enre *Raphidonema*. C'est un genre d'Ulothrichiacée, voisin du genre *ticochoccus*, dépourvu de pyrénoïde et dont les cellules limites du ilament se développent en une pointe plus ou moins aiguë. Par ce aractère, elle rappelle les Chétophoracées, mais elle s'en éloigne par absence de ramification et par l'absence de zoospores. Parmi les Ulo-hrichiacées, le genre *Uronema* Lagh. rappelle, par sa cellule terminale n pointe, le genre *Raphidonema*. Mais chez *Uronema*, il y a un ou eux pyrénoïdes par cellule et chaque cellule est susceptible de for-mer une zoospore quadriciliée du type des *Ulothrix*. La famille des Ulothrichiacées doit être divisée en deux tribus:

a) cellules munies de pyrénoïdes, zoospores 2 à 4 ciliées.
A. Ulothrichiées.

b) cellules sans pyrénoïde, pas de zoospores.
B. Sticchococcées.

Le genre *Raphidonema* entre dans cette seconde tribu.

Raphidonema sempervirens Chod.

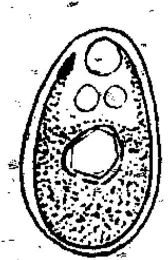
J'ai isolé cette espèce (n[os] 55 et 57 de la Collection) à partir de l'eau de plusieurs étangs des environs de Genève. Au bout de un à deux mois de culture sur agar-glycose elle forme des taches d'un vert noir à contour un peu irrégulier et qui atteignent 6 à 7 mm de dia-mètre. Ces disques sont très brillants, bordés par un étroit liseré vert un peu plus pâle. Les cultures comparatives sur agar-glycose-peptone, 1/10% montrent que ce dernier corps a une action d'inhibition sur son développement. Les colonies, dans le même temps, sont deux à trois fois plus petites, plus pâles ou ne se développent pas.

Sur gélatine-glycose, elle forme des disques irréguliers du ty de ceux du *S. bacillaris* Naeg.; ils sont granulés et secs à la surfa Mais la couleur de ces colonies différencie bien nettement les de espèces; chez celle-ci elles sont d'un noir vert très foncé, les cellu sont disposées en filaments qui se désarticulent très facilement. multiplication ne se fait, pour autant que nous avons pu nous en surer, que végétativement. Le diamètre des filaments est de 2 à 3 La longueur est de 10 à 15 μ ou même plus faible. Le chromatoph est en plaque plus ou moins sinueuse et largement découpée; il y quelques fines granulations lorsqu'on la cultive sur agar-glyco Lorsque les cellules sont désarticulées, l'une des extrémités s'allon tout d'abord en pointe peu acuminée. Alors la cellule prend un p l'apparence d'un *Raphidium*. Cela arrive aussi aux cellules termina des filaments courts qui ressemblent extraordinairement aux form décrites par les auteurs.

Le développement de ce *Raphidonema* montre bien qu'il peut s'agir ici que d'un type particulier d'Ulothrichiacée relié très étroit ment au genre *Stichococcus*. Il est intéressant de constater que da leur manière d'être en culture sur agar sucré *Stichococcus dubi* Chod. et *Raphidonema sempervirens* Chod. sont si ressemblant qu'une confusion serait possible. La morphologie cellulaire nous ti d'embarras.

Chlamydomonas Ehrenb.

C'est un grand genre dont les espèces sont ordinairement ass bien définies pour permettre l'établissement d'un assez grand nomb de types linnéens, par simple inspection so le microscope. En effet, la forme de la cellu le nombre des vacuoles, la position et la for du stigma; la présence, l'absence et nombre des pyrénoïdes et surtout la form du plastide et celle de l'enveloppe, tout ce constitue un ensemble qui permet le pl souvent la distinction spécifique.



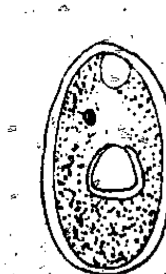


Fig. 144 *Chlamydomonas intermedia* Chod. Agar-Detmer $^1/_3$. 1200 ×.

Mais il faudra s'attendre à des surprises quand on posséde des cultures pures. Il se trouvera sans doute que certains caractère ont été surestimés et d'autres, jusqu'à présent tenus pour peu impo tants, prendront une valeur définitive. J'ai actuellement trois cultur de *Chlamydomonas*, l'une accompagnée de bactéries et par conséque impropre à des expériences de physiologie, avant d'avoir été complè ment purifiée.

Chlamydomonas intermedia Chod.

J'ai décrit en son temps[1]) un *Chlamydomonas* dont les cellules ellipsoïdes et la position du stigma en faisaient un type nouveau. Cette espèce paraît d'ailleurs commune. Monsieur **Kufferrath** me l'a envoyé en culture; c'est celle qui réussit le mieux. Sur agar-Detmer 1/3 cette espèce croît très lentement. Sur agar-Detmer 1/3 glycose elle forme de petits disques d'un vert foncé intense; ces disques n'atteignent

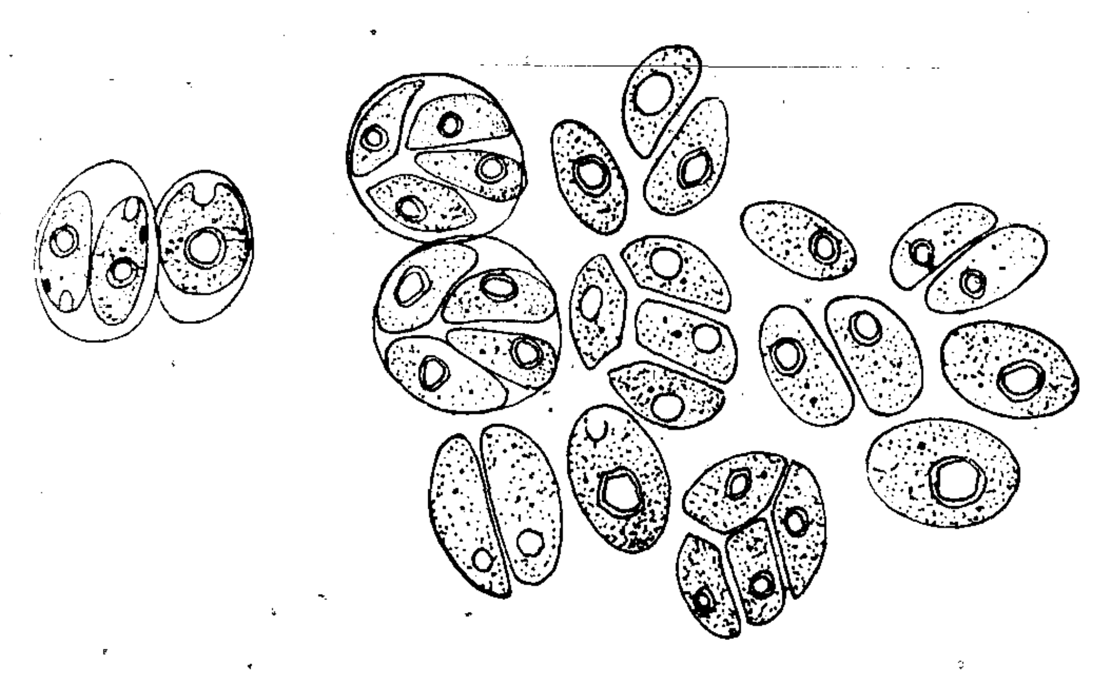


Fig. 145. *Chlamydomonas intermedia* Chod. Culture sur liquide-Detmer (fer.). 800 ×.

jamais un grand diamètre; ils restent vert foncé jusqu'au moment (8 à 10 mois) où l'agar se dessèche fortement. Les cellules sont enveloppées d'une gelée, selon le type bien connu des *Gloeocystis* ou des *Palmella*. Sur gélatine-glycose il n'y a aucune liquéfaction, ni aucun ramollissement; les disques sont deux à trois fois plus gros que sur agar-glycose, ils restent vert foncé comme pour l'autre milieu. Sur ce milieu la majorité des cellules sont arrondies sans membrane épaissie; beaucoup de cellules incomplètement divisées restent unies par une anastomose et constituent alors des doubles sacs dont l'apparence n'est pas sans analogie avec celle de levures en conjugaison.

Elle se laisse parfaitement cultiver sur porcelaine dégourdie et se comporte donc comme une algue aérienne sur un milieu tout à fait minéral.

C'est là un fait intéressant qu'aucune de mes algues en culture pure ne craint d'être cultivée en culture aérienne. Le milieu liquide n'est donc pas nécessaire; la tension d'oxygène de l'eau n'est donc pas celle qui leur paraît convenir exclusivement! D'autre part, comme presque toutes préfèrent les milieux organiques aux milieux minéraux,

[1]) Chodat, Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées, Bull. Herb. Boiss. II (1894) 290, Tab. 23, fig. 68.

on trouve l'explication de ce fait qui m'avait particulièrement frappé quand j'étudiais la flore chlorophycéenne de nos grands lacs, l'extrême pauvreté des eaux pures en Chlorophycées planctoniques. Tout au contraire les estuaires, les petits marécages, les eaux stagnantes sont d'autant plus riches en Chlorophycées unicellulaires qu'elles sont plus riches en matières organiques. C'est là une des causes pour lesquelles

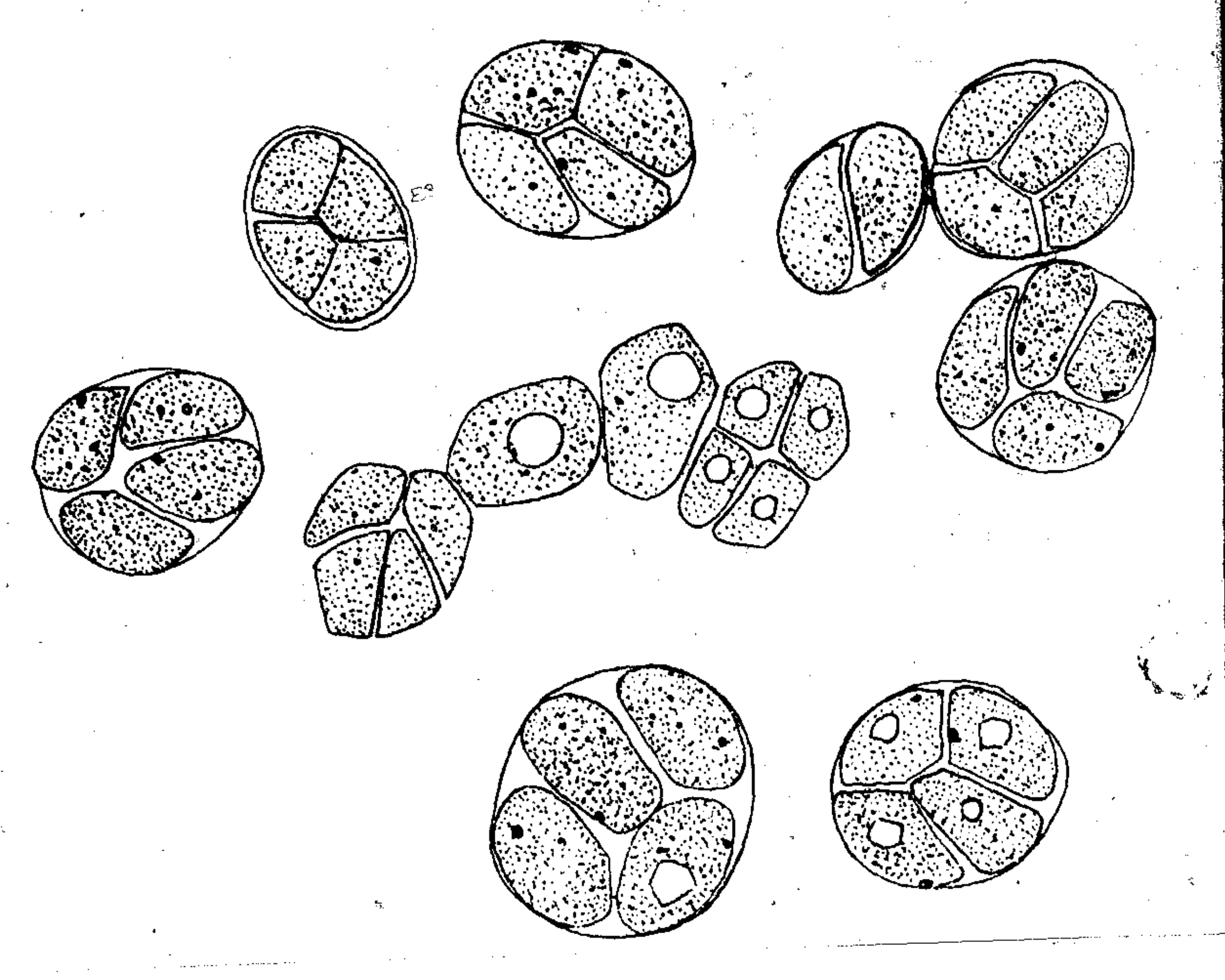


Fig. 146. *Chlamydomonas intermedia* Chod. Culture à la surface du liquide. Immers. 800 ×.

il est relativement facile d'isoler sur l'agar ou la gélatine les organismes verts unicellulaires.

Mais ici je voudrais avertir ceux qui entreprendront des expériences à partir de milieux liquides. L'importance de la qualité et de la concentration de la nourriture minérale est considérable. En particulier et ainsi qu'il a déjà été dit plus haut, l'absence de fer ou une dose trop faible de ce métal peut arrêter tout développement. Par exemple si on ensemence une solution nutritive selon Detmer diluée au 1/3 ou plus fortement, avec une culture vigoureuse de *Chlamydomonas*, de *Scenedesmus* ou de telle autre espèce on ne voit le plus souvent se faire aucun développement! On peut en conclure hâtivement à la valeur nulle du milieu nutritif minéral. Ce serait une erreur car l'addition de chlorure ferrique à la dose de 2/10 ‰ non seulement met en train la culture mais lui permet de se faire avec une très grande intensité. J'ai fait des expériences sur la valeur relative de différentes

substances en comparaison avec le chlorure ferrique. Le ferrocyanure de potassium, à la même dose, empêche le développement, tandis que le sulfate de fer à cette même concentration est actif, cependant beaucoup moins que le chlorure ferrique. Les sels de magnèse n'ont pu, en aucun cas, remplacer le chlorure ferrique; il ne s'agit donc pas d'une simple action catalytique. Les sels d'alumine n'ont pas non plus l'action accélérante du chlorure ferrique quand même ils n'empêchent

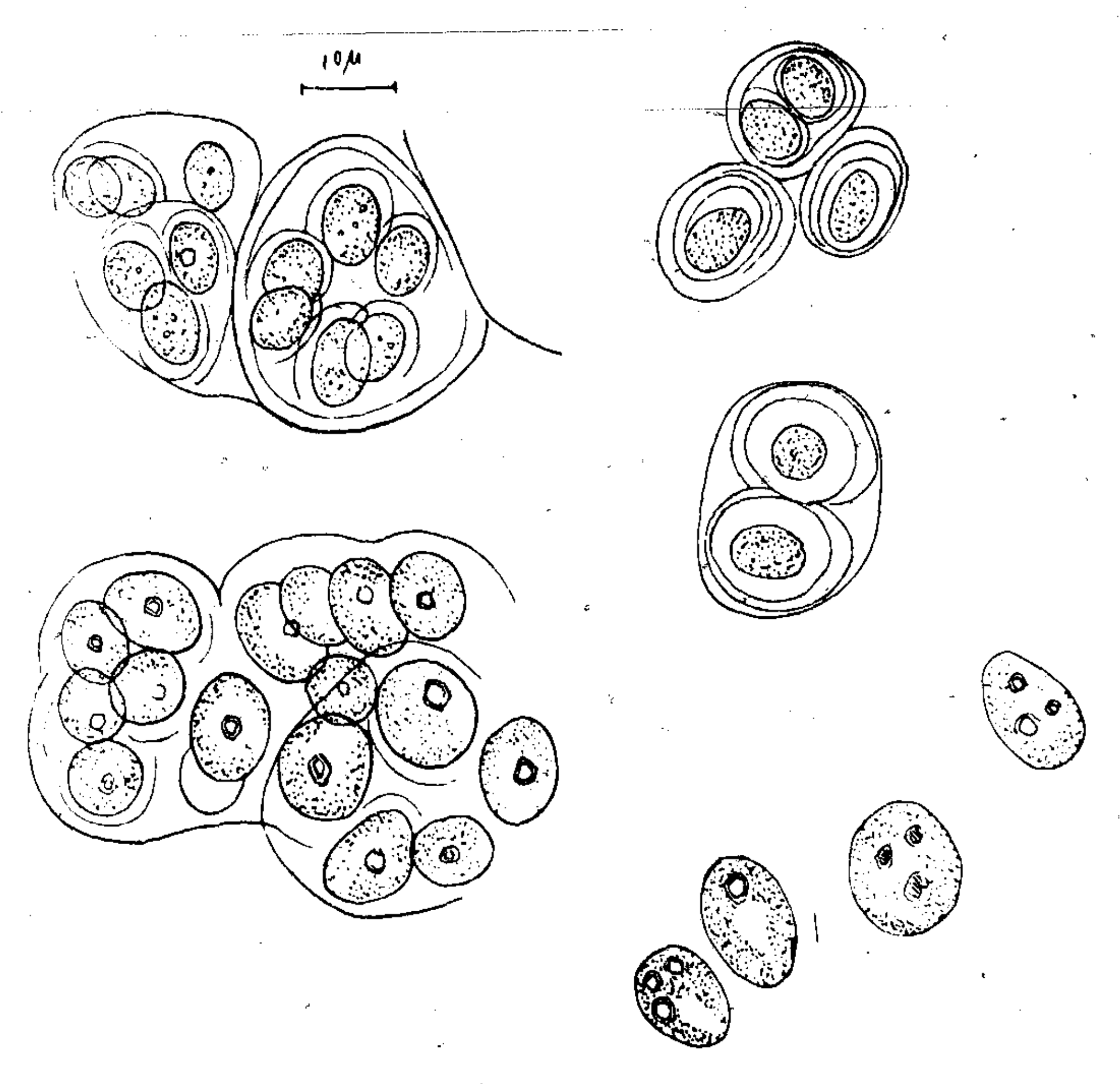


Fig. 146bis. *Chlamydomonas pulvisculus* Ehrb. (n° 37 de la collection). Cellules quiescentes à enveloppe gélifiée (état gloeocystis) culture sur agar-glycose. Cellules à membranes emboitées et cellules prêtes à donner naissance à des zoospores. 800 ×.

pas le développement aux concentrations indiquées. A la dose de 5/10 °/₀₀. le chlorure ferrique arrête généralement tout développement.

Voici donc un facteur important qui, négligé, ne permet pas de juger de la valeur d'autres facteurs secondaires.

Le *Chlamydomonas intermedia* Chod. sur les milieux agarisés forme les états palmelloïdes bien connus. Ceux-ci n'apparaissent pas sur porcelaine poreuse. Les individus, dans les solutions, toute chose étant égale d'ailleurs, sont presque du double plus gros que sur porcelaine humide.

La peau formée sur les solutions est ordinairement constituée par des cellules géantes, grands tétrasporanges aux spores polyédriques par compression. L'arrangement des cellules est celui qui correspond

à une figure d'équilibre de lames minces[1]). On voit cinq cloisons couper au centre de la cellule sous un angle de 120°. Cette disposition théorique peut être modifiée par l'inégal accroissement des spores. La position du stigma, lequel est sensiblement hémisphérique, est assez constante; il se trouve situé latéralement vers le quart antérieur. Mais il recule parfois vers le tiers ou même vers le milieu. Quant à la forme de zoospores, elle varie; oblongues sans bec ni amincissement intérieur, elles deviennent ovoïdes ou même largement ovoïdes dans d'autres. Le pyrénoïde est au-dessous du milieu. Le chromatophore s'ouvre peu en avant, mais il est profondement échancré presque jusque vers le milieu de la cellule. On voit combien il est difficile de donner une diagnose qui fasse toujours reconnaître les cellules isolées de cette espèce et la différencier des espèces affines à zoospores plus trapues.

Haematococcus pluvialis Flotow.

Cette espèce (n° 101 de la collection) a été triée à partir de cellules provenant d'un abreuvoir dans la montagne au-dessus de Longirod (Vaud). Les milieux organiques comme agar-glycose-peptone ne lui conviennent guère. Sur le premier milieu, au bout de quatre mois, à la lumière, elle a produit de petits disques de 2 mm de diamètre, sans aucune coloration verte; dans le même milieu additionné de peptone, où elle ne s'est pas développée ou a formé d'imperceptibles colonies, rouge olivâtre.

Sur agar simple elle croît lentement et fournit des colonies rouge vif. Le liquide Detmer 1/10 additionné de 0,01 à 0,02 % de chlorure ferrique lui convient admirablement. Elle montre une prédilection marquée pour les milieux exclusivement minéraux très dilués. Elle s'y montre particulièrement apte à produire de l'hématochrome. Si on augmente la concentration par ex. 1/2 Detmer, les cellules restent plus longtemps vertes et développent peu d'hématochrome.

Il s'agit bien ici de *l'Haematococcus pluvialis*[2]) tel qu'il a été récemment défini par Wollenweber. Nous n'avons pas non plus découvert de gamètes.

Avec Mademoiselle Rayss, nous avons pu établir les faits suivants. L'espèce se développe dans les eaux les plus pures. L'eau distillée (du laboratoire de chimie c. à d. une eau relativement pure et non pas distillée avec les précautions indiquées à la page 157) suffit déjà pour lui permettre un développement; mais il est naturellement

[1]) Errera, Cours de Physiologie moléculaire, Bruxelles (1907), 43.

[2]) Flotow, über *Haematococcus pluvialis*, Nova Acta, Leopold. Carol. X (1844); V. Wollenweber, Untersuchungen über die Algengattung *Haematococcus*, Ber. d. d. Bd. Bot. Ges. 26 (1908), 238.

ès faible. Les matières minérales nécessaires proviennent certaiement de la dissolution du verre par l'eau distillée. Mais la concenation ne peut être considérable. On voit se former des petites oospores à hématochrome localisé au centre de la cellule. L'addition e 0,1 °/oo de chlorure ferrique accélère notablement. — Avec la sotion Detmer 1/10 sans fer, le développement est peu intense; on e voit pas de zoospores. Au contraire l'addition du chlorure ferrique cette solution donne un développement intense; l'hématochrome nvahit à peu près toute la cellule. — Avec Detmer 1/3 sans chlorure errique, pas de développement, de même avec D. 1/2 et D. 1/1. Mais addition de fer (0,1 °/oo) permet le développement qui à cette conentration de liquide nutritif est ralenti en comparaison de ce qu'il st dans des solutions plus faibles. On rencontre parmi les zoospores eaucoup de formes anormales (zoospores doubles, etc.) Dans la sotion Detmer 1/10 avec fer, l'hématochrome ne se forme que rarement, e développement est peu intense, ainsi l'hématochrome diminue avec a concentration. Avec l'augmentation de la concentration du liquide utritif les zoospores sont plus nombreuses.

Si on remplace l'azote contenu dans le Detmer ($Ca\,[N\,O_3]_2$) par e glycocolle, à même concentration d'azote, on voit que la production es zoospores, cellules mobiles, est favorisée et que la production des icro-zoospores est abondante. Enfin le glycocolle dans ces conditions ntrave la formation d'hématochrome.

La lumière exerce une action accélératrice sur l'apparition et le éveloppement de l'hématochrome. Au début l'algue est verte dans a masse; on voit ensuite apparaître une bordure rouge et d'autant lus vite que le flacon avait été plus directement exposé au soleil; uis le liquide tout entier se colore en rouge. Les flacons exposés la lumière directe deviennent rapidement rouges.

Mais après quelque temps tous les flacons, sans exception, ont ni par devenir rouges.

La lumière directe a toujours favorisé le développement. On fait aussi des essais sur la vitesse de formation des zoospores. tant parti d'aplanospores, on a suspendu des éprouvettes qui les conennent en quantités égales, pendant 15 heures à la lumière et à obscurité. On a expérimenté sur 1° l'eau distillée, 2° eau distillée t 0,1 °/oo de chlorure ferrique, 3° eau du lac et fer. La plus grande uantité de zoospores se sont formées dans la dernière solution. Dans s épouvettes contenant 0,1 Detmer et fer, les zoospores ne se sont rmées que dans la lumière.

Nous avons aussi cherché à connaître l'influence de l'acidité du ilieu. On faisait croître cette acidité au moyen d'un excès de phos-

phate acide de potassium et dans une autre série par l'addition de l'acide tartrique. (KNO_3 1 gr — KCl 0,25 — Mg_2SO_4 0,25 — Phosphate acide de potassium 0,25). Si on augmente successivement la dose de phosphate jusqu'à 1 gramme, on voit que l'addition d'acide favorise le développement des zoospores qui atteint son optimum à 0,75 gramme. Pour l'acide tartrique (0,1 — 0,3 — 0,5 — 1,0) l'optimum est à

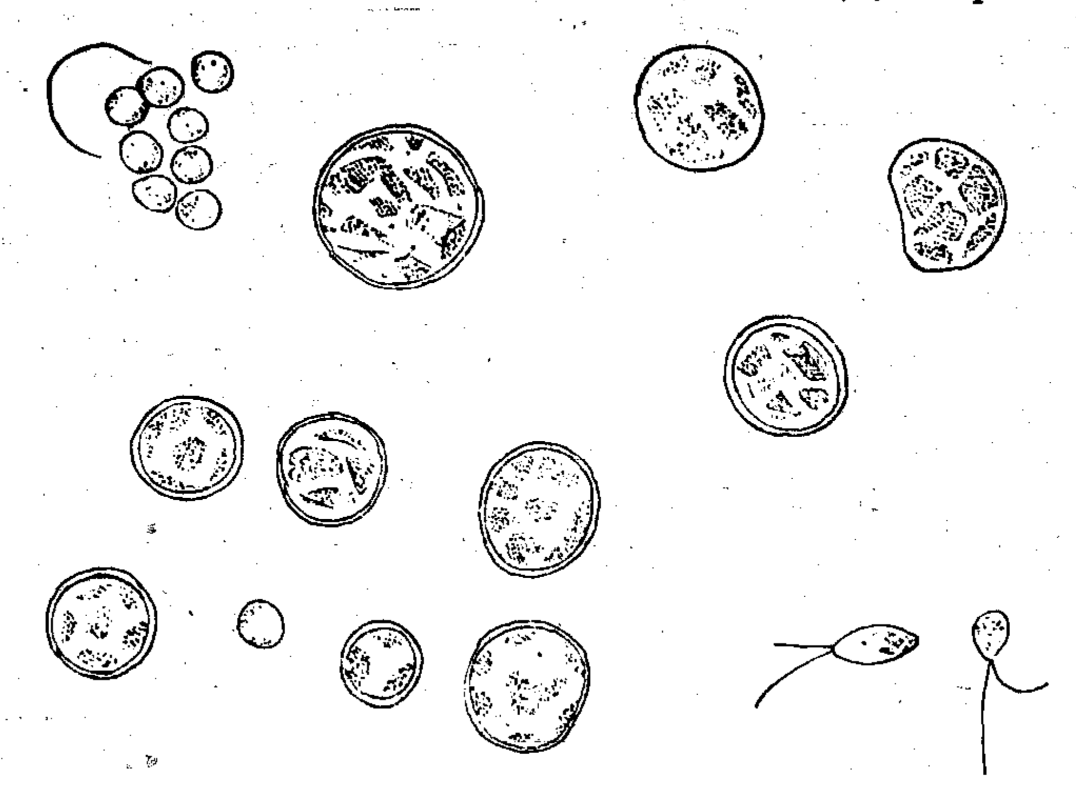


Fig. 147. *Botrydiopsis minor* (Schmidle) Chod. Sporange, cellules et zoospores. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

0,3 °/₀₀. Tandis que le phosphate acide favorise le développement de l'hématochrome, l'acide tartrique entrave son développement. — Dans d'autres séries d'expériences on a comparé l'influence de la concentration en choisissant deux substances, l'une nutritive (glycose), l'autre minérale neutre (Na Cl). Les résultats ont été les suivants: l'hématochrome est d'autant plus intense que la concentration du sucre est plus élevée. De même l'hématochrome augmente avec la concentration du chlorure de sodium.

Botrydiopsis minor Schmidle.

Le *Botrydiopsis*[1]) sur lequel nous avons expérimenté est dans notre collection (n° 35) depuis 1896. Nous l'avions dénommé *Botrydiopsis minor* Schmidle d'après un nomen nudum publié dans le Bot. C. B. Depuis lors, Miss Snow a décrit deux autres espèces *B. eriensis* Snow et *B. oleacea* Snow (Plankton Algae of lake Erie, Bull. U. S. Fisch Comm. (1902) 369—384 et 385). Comme le nom de Schmidle est un « nomen nudum », nous accepterions le binôme *B. eriensis* Snow si la description donnée par ce dernier auteur ne différait de ce que j'ai observé. Les dimensions sont semblables, 6 à 24 μ, mais les zoospores du *B. eriensis* sont décrites comme ayant un stigma

[1]) Borzi, Studi algologici, Messina, Vol. II (1894).

rouge, ce que je n'ai pas su voir dans ma plante; elle n'aurait qu'un cil. Cependant le *B. minor* (Schmidle) Chod. a des zoospores à deux cils, l'un dirigé en avant et très mobile, l'autre un peu plus court, courbé latéralement et moins mobile. La forme et la grandeur des zoospores varie beaucoup; il en est de fusiformes dont le corps est $2^1/_2$ à 3 fois plus long que large et dont le sommet est légèrement tronqué, les cils étant situés un peu au-dessous du sommet. D'autres zoospores sont deux fois plus petites, ont le corps ovale, $^1/_2$ fois plus long que large. Des cils de deux sortes, l'un plus long dépasse dans ce cas la longueur du corps, l'autre est arqué vers l'extérieur. Le chromatophore qui est pâle et granuleux est situé à l'arrière.

Sur agar-Detmer sans sucre les cellules sont arrondies à chromatophores verts très distincts, polygonaux. La multiplication se fait par 2–4–8–16 autospores dans chaque cellule. Sur agar-Detmer-glycose il se forme, au bout de peu de jours, des zoospores par 16 ou 32 dans chaque cellule ou moins; la teinte est plus pâle; dans les cellules s'accumule une matière (glycogène) qui rougit par l'iode. Snow indique un seul cil par zoospore à propos du *B. eriensis*. Je pense qu'il y a erreur et qu'ici encore, comme chez le *Monicilia* Gerneck, l'auteur n'a pas su voir le second cil, cette étude des zoospores étant très délicate. J'ai fait étudier cette algue par Madame A. Hoffmann-Grobéty; je donne ci-après les résultats combinés de ses expériences et des miennes.

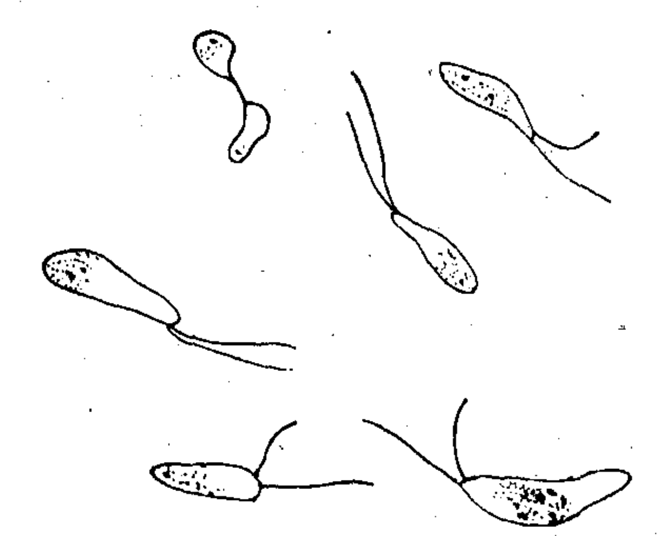


Fig. 148. *Botrydiopsis minor* (Schmidle) Chod. Zoospores. 1000 ×.

Cultivé sur agar-Detmer-glycose, le *B. minor* y forme au bout de deux mois des colonies d'un beau rouge (Pl. VIII, fig. 44). A l'obscurité il rougit plus vite sur les milieux agarisés additionnés de glycose de 2 à 8 %.

Un milieu qui lui convient en pleine lumière, est l'empois d'amidon; il s'y développe en s'étendant sur la surface du milieu auquel il donne une couleur rouge brique intense. Cette algue se crée une diastase amylolytique qui saccharifie l'amidon en pleine lumière. On peut mettre en évidence le suc réducteur formé par la liqueur de Fehling. La carotine qui donne la couleur rouge brique est dissoute dans une huile et elle constitue avec cette dernière l'hématochrome des auteurs.

En isolant de l'air les cultures du *B. minor* et retenant le CO_2 par des tubes à potasse, on a pu constater qu'en l'absence de CO_2 la plante verdit cependant normalement à la lumière et s'accroît sans que

par conséquent il puisse y avoir d'assimilation à partir de l'acide carbonique; la couleur verte se maintient longtemps. Ce n'est donc pas l'impossibilité d'assimiler l'acide carbonique qui, dans l'obscurité, sur milieux glycosés, provoque l'apparition de la carotine et la diminution de la chlorophylle.

Wille (l. c. 44) a placé les *Botrydiopsis* parmi les Protococcacées refusant de se rendre à l'évidence qui était de laisser ces plantes parmi leurs congénères, les Hétérokontes. Les deux cils asymétriques, la multiplicité des chromatophores, l'absence de pyrénoïdes ne laissent point de doute quant à leur affinité avec les Conferves proprement dites et les *Ophiocytium*. Mais *Botrydiopsis* est plus particulièrement voisin de *Heterococcus* Chod. qui, à son état unicellulaire, ressemble absolument à un *Botrydiopsis*. Les zoospores sont également très semblables dans les deux genres. Il faut donc placer ce genre dans la famille des Confervacées. Je l'accepte comme elle est formulée par F. S. Collins (The Green Algae of North America, Tufts College Studies, vol. II, nº 3 (1909) 92):

Plantes unicellulaires, siphonées ou en filaments cloisonnés simples ou ramifiés. Parois cellulaires avec peu de cellulose, très pectosiques. Chromatophores plusieurs par cellule, en disques ou en plaques toujours dépourvus de pyrénoïde. Cellules contenant de l'huile, mais pas d'amidon proprement dit. Reproduction par zoospores biciliées, à cils inégaux ou asymétriques, remplacées souvent par des aplanospores:

Cellules sphériques

Botrydiopsis Borzi.

Cellules isolées plus ou moins sphériques pouvant se transformer en filaments courts simples ou plus ou moins ramifiés

Heterococcus Chod.

Cellules allongées non cloisonnées, stipitées et fixées ou solitaires

Ophiocytium Naeg.

Cellules cloisonnés disposées en filaments non ramifiés, plus ou moins fixés quand ils sont jeunes.

Tribonema Derb. Sol.

(*Conferva* (L.) Lagh.)

Filaments toujours libres non ramifiés, cloisonnés, se désarticulant facilement.

Bumilleria Borzi.

Je ne conserve pas ici le genre *Chlorobotrys*, car on ne lui connaît pas de zoospores; il vaut mieux le réunir au groupe qui comprend le genre *Monodus* Chod.

Wille (l. c. 49) fait des *Ophiocytium* (incl. *Sciadium*) une famille spéciale, en quoi il suit Lemmermann. Mais Bohlin (Studier öfver Alggruppen Confervales, in Bihang. Sv. Vet Akad. Handl., Bd. 23 (1897) Afd. III) a bien montré que la membrane est du même type (type d'ailleurs isolé) que celle des Conferves. Après cette démonstration, il est inutile de multiplier les raisons pour laisser *Ophiocytium* tout à côté des *Conferva* (*Tribonema* des auteurs).

Heterococcus Chod.

J'ai décrit ce genre[1]) à propos de cultures extraites du lac de Genève, et, quoique je me sois aperçu que mon genre nouveau présente de grandes ressemblances avec le genre *Monocilia* Gerneck, je n'ai pas adopté ce dernier nom, d'ailleurs non valable selon les lois de la nomenclature; mais cette dernière raison n'eût pas été suffisante; de n'avoir pas été formulée par une diagnose et plus particulièrement par une diagnose latine n'est pas, à mon sens, un vice suffisant si l'on peut par ailleurs identifier avec certitude. Mais à cet oubli des règles s'ajoute que le nom de *Monocilia* est un non-sens, puisque les zoospores des *Heterococcus* ont deux cils inégaux comme je l'ai montré en 1909. J'ai aussi insisté à cette époque sur l'affinité de cette plante avec les Hétérokontes. Mais Wille (l. c. 86) ne reconnaissant pas ce groupe, a placé mon algue à côté de *Pleurastrum* Chod. parmi les Leptosireae dans la famille des Chaetophoraceae. Mais *Heterococcus* par ses chromatophores sans pyrénoïdes, sans amidon et ses zoospores à cils inégaux est une Confervoïdée typique, une Confervoïdée ramifiée.

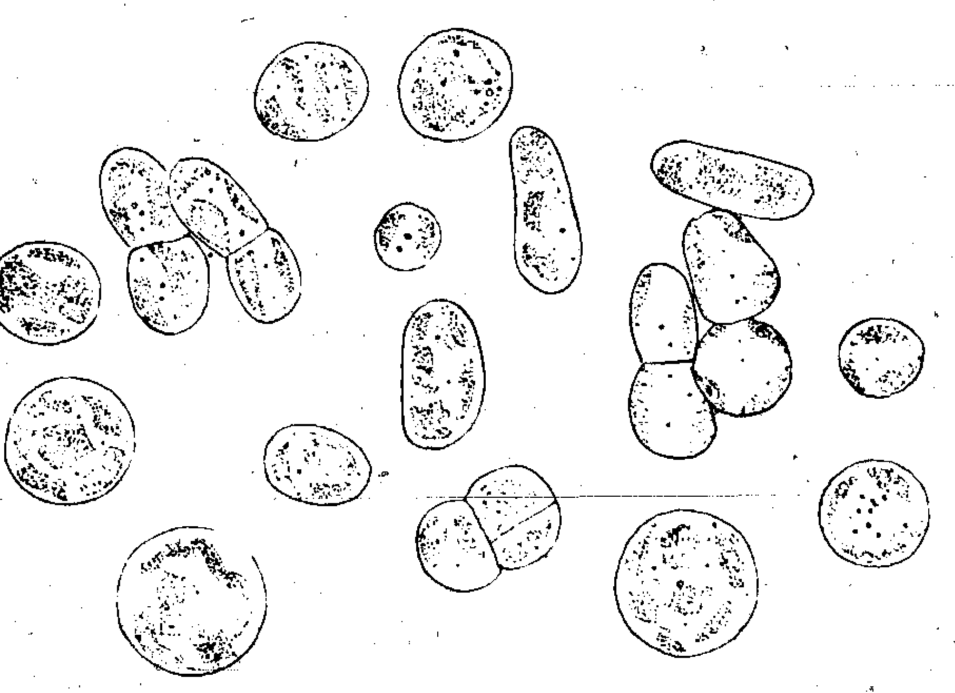


Fig. 149. *Heterococcus viridis* Chod. Cellules isolées et filaments courts. 800 ×.

[1]) Chodat, *Heterococcus*. Bull. de la Soc. bot. de Genève, 1908. — Id., Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues, Genève (1909).

Heterococcus viridis Chod.

C'est ici une espèce aérophile caractérisée (nº 38 de la Collection). Elle forme au dessus du substratum gélosé des monticules ridés qui ne sont pas sans analogie avec ceux que produisent dans les mêmes circonstances les *Cystococcus* des lichens.

La croissance est lente sur agar-Detmer 1/3 sans sucre; en neuf mois les colonies granuleuses ont atteint 4 mm de diamètre, elles s'élèvent au-dessus de l'agar et sont verruqueuses, profondément sillonnées, chagrinées, comme couvertes de papilles serrées. La couleur est d'un vert foncé. Au bout de 14 mois, sur le même milieu, les colonies irrégulières à bords lobés et qui ressemblent à de petites montagnes ravinées ont atteint 6 à 8 mm. La couleur est restée verte. Le lactose accélère un peu cette croissance, mais c'est le glycose qui est une nourriture de prédilection; dans le même temps les colonies atteignent 15 à 20 mm de diamètre et une hauteur de 5 à 7 mm. L'apparence est celle d'un massif montagneux plus ou moins conique déprimé, raviné par de nombreuses vallécules. La couleur se maintient verte assez longtemps. Mais au bout de 6 mois la décoloration est souvent complète surtout en lumière vive. La peptone (1%) a un effet retardateur; dans un milieu agar-glycose 2% — peptone 1% le développement des colonies a été trois frois moins fort (en diamètre) que sur agar-glycose 2%.

La gélatine sucrée convient très bien pour conserver longtemps cette espèce en culture. Même au bout d'un temps qui a suffi pour décolorer complètement les colonies de *H. viridis* sur agar-glycose, les colonies sur gélatine sucrée sont vigoureuses, plus vertes et ne liquéfient pas la gélatine. Ceci montre bien que la dose de peptone 1% est trop forte mais que sous forme de gélatine, plus difficilement assimilable, l'équilibre entre l'assimilation du sucre et l'assimilation de l'azote se maintient.

La plasticité de cette espèce est excessive. Sur milieux agarisés sans sucre, les stades filamenteux sont plus nombreux [1]. On y voit cependant des cellules arrondies de toutes dimensions: grosses cellules du type *Botrydiopsis*, avec de nombreux chromatophores pariétaux; cellules divisées en 2 ou en 4 comme dans le *Protococcus viridis* Ag. (*Pleurococcus Naegelii* Chod.), cellules disposées en tétraèdre comme dans les *Cystococcus*, aux sporanges et zoosporanges à spores nombreuses et à chromatophore bien visible. Dans le plasma on voit de fines granulations. Il y a aussi de courts filaments qui partent de cellules *Cystococcus* ou *Pleurococcus*, simples ou ramifiées

[1]) Voir pour le développement: Chodat, Etude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues (1909) p. 74, Tab. V et VI, fig. 1-23.

(Fig. 149.) De très petits filaments provenant de la germination des microspores soit en forme de 8 soit en chaînette et qui rappellent un peu celle d'un *Stichococcus*. Les zoosporanges ne manquent pas. On voit au pourtour de beaucoup de cellules, dans les cultures âgées, un liseré jaune doré provenant de granulations huileuses dorées. C'est bien le milieu qui convient le mieux à la production des filaments. Ils ne manquent pas non plus sur les milieux sucrés, mais ces filaments sont proportionnellement beaucoup plus rares. La majorité des cellules a pris un aspect Botrydiopsis. Les chromatophores sont moins distincts et les granulations huileuses moins nombreuses mais huileuses et toujours fines, mais non confluentes. Il y a surtout des états Cystococcus, quelques états Pleurococcus. Ceci est encore plus marqué sur les milieux agar-glycose 2% — peptone 1%; on n'y voit plus de filaments et les cellules presque toutes arrondies ou disposées en paquets Cystococcus sont souvent remplies d'huile, parfois jaune d'or, ou bien chaque cellule contient un gros globule d'huile doré. Je n'ai d'ailleurs pas obtenu de filaments aussi développés que ceux que M. Gerneck a décrits pour sa plante. Je ne doute pas cependant que dans certains milieux on n'obtienne de plus longs filaments. Il va de soi que si cette plante est en mélange avec le *Pleurococcus vulgaris* Meneghini mais plus encore s'il est mêlé au *Protococcus viridis* Agh. (*Pleurococcus vulgaris* Naegeli, *Pleurococcus Naegelii* Chod.) on aurait quelque difficulté à trier sous le microscope ce qui appartient à *Heterococcus* et ce qui appartient à *Pleurococcus*. Je ne doute pas que souvent on les ait confondus.

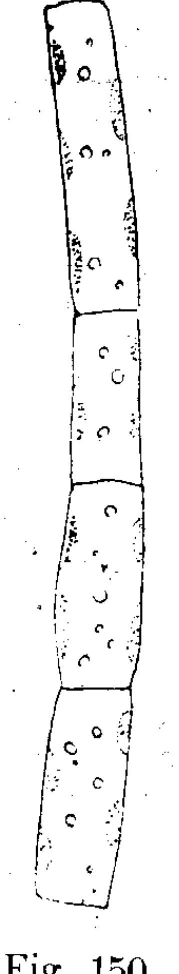


Fig. 150. *Tribonema bombycinum* Derb. Sol. filaments sur agar-glycose. Imm.

Tribonema bombycinum (Ag.) Derb. et Sol.

Conferva bombycina Ag., var. *intermedia* nob.

J'ai cette espèce en culture (nº 33 de la Collection) depuis plus de dix ans. Sur agar-Detmer 1/3 elle croît lentement en produisant un gazon ridé vert. Le lactose ne peut remplacer des sucres assimilables. Le glycose accélère beaucoup sa croissance; elle forme sur agar-glycose au bout d'un mois un revêtement mince membraneux, superbement ridé, d'un vert un peu sale, jamais vert foncé. De toutes les espèces filamenteuses en culture c'est celle qui, dans ce milieu, l'emporte comme vitesse d'expansion sur le substratum. En vingt jours elle couvre une surface de cinq centimètres de diamètre. Elle croît bien sur la gélatine mais ne la liquéfie pas. Le saccharose peut remplacer le glycose. Par contre elle supporte mal la peptone. Cultivée

comparativement sur agar-glycose 2 % et agar-glycose 2 % plus peptone 0,10 %, elle s'est fort peu étendue sur ce dernier milieu, constituant, dans le même temps où, sans peptone, elle envahissait toute la

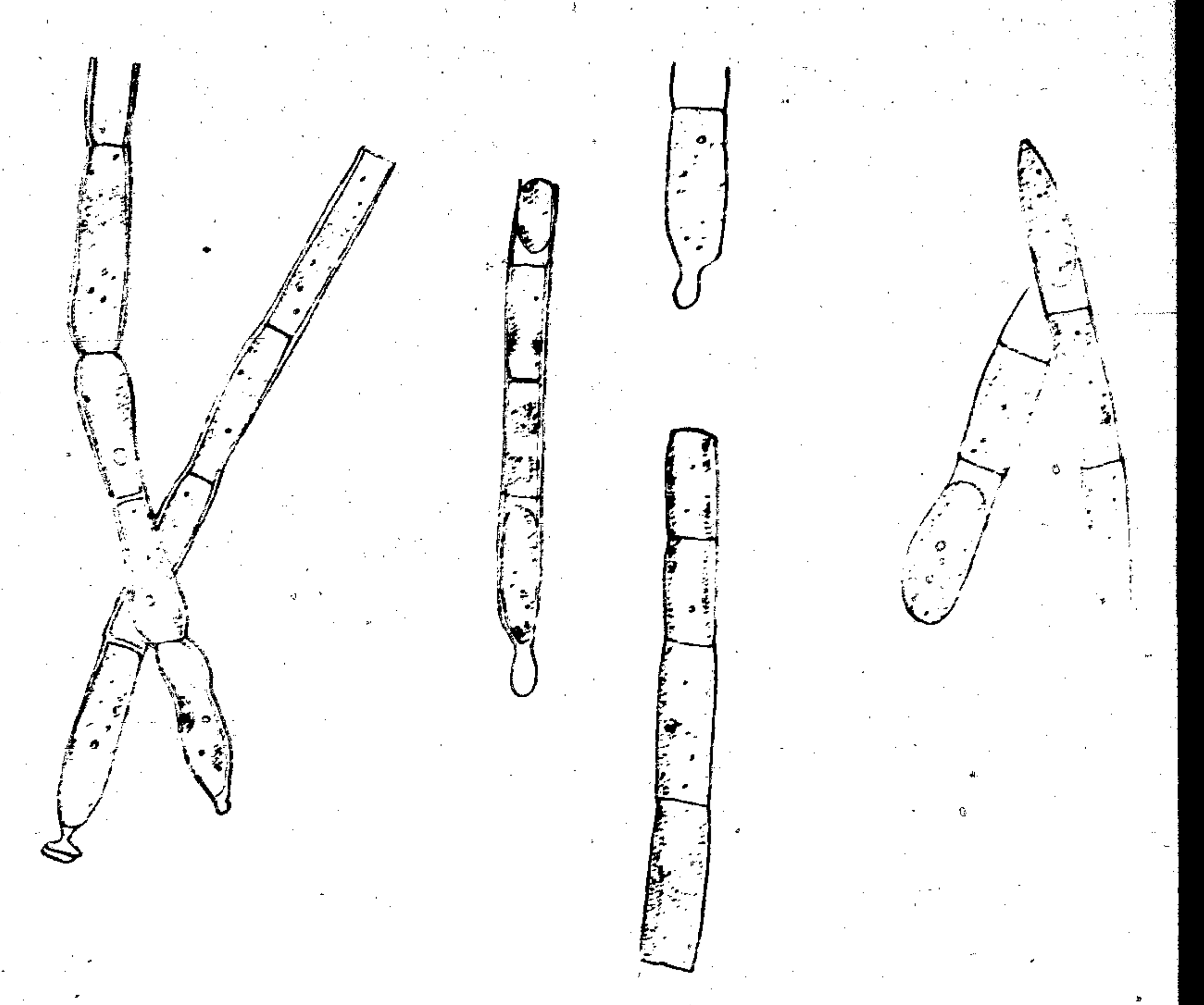


Fig. 151. *Tribonema bombycinum* (Ag.) Derb. Sol. (nº 33 de la Collect.). Culture dans le liquide Detmer $^1/_{10}$. On voit les crampons, disques d'adhésion. Immersion. 800 ×.

surface du flacon (5 cent. de diamètre), des disques excessivement minces et presque complètement décolorés. (Fig. 151—152.)

Sur le milieu glycosé le contenu cellulaire, dépourvu d'amidon, contient des globules qui ne sont pas colorables par l'iode.

Bumilleria sicula Borzi.

Cette espèce [1] (nº 32 de la Collection) forme rapidement sur agar-glycose, au bout d'un mois, des disques de 1 à 1,5 cm de diamètre, un peu soyeux ou, mieux dit, laineux. Les filaments se désarticulent avec beaucoup de facilité. Leur diamètre varie de 6 à 10 μ. Quelques cellules atteignent 20 μ. La longueur des cellules varie de 18 à 30 μ; souvent les cellules sont de 20 à 22 μ. Comparée au *Tribonema* (Conferva) *bombycinum* (Ag.) D. S. la croissance des colonies est beaucoup plus lente mais les disques sont plus épais. Sans sucre la

[1] Borzi, Studi algologici, fasc. II (1895), 185 à 200, Tab. 16 à 17.

croissance est excessivement faible. Le lactose accélère à peine sa croissance. (Fig. 153 et 154.)

Sur agar-glycose-peptone 0,10 % elle forme des disques plus petits que sur milieu sans peptone qui finissent par se décolorer au centre et restent plus verts au bord. Ils sont proportionnellement plus épais et comme entourés par un rebord.

Bumilleria exilis Klebs.

Cette espèce (n° 31 de la Collection) qui a été étudiée par Klebs[1]) forme sur agar-glycose un disque d'aspect visqueux et brillant. Dans

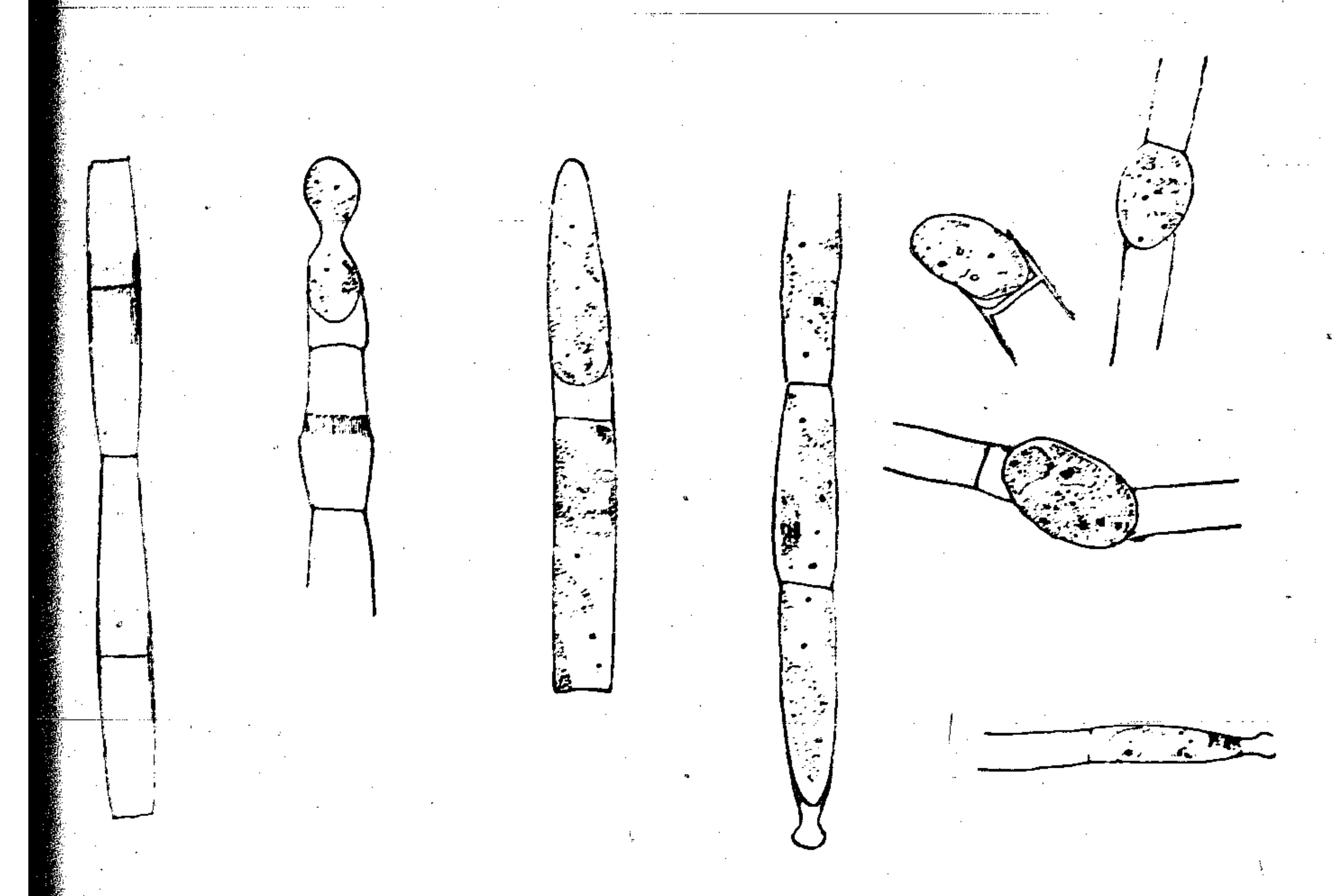


Fig. 152. *Tribonema bombycinum* (Ag.) Derb. Sol. On voit à gauche la bande connective après traitement au bleu de méthylène. b. formation d'une zoospore, c., sommet d'un filament. d. etc., filaments et akinètes. 800 ×.

le même temps ces disques l'emportent comme diamètre sur ceux du *B. sicula* Borzi. Sur agar-glycose-peptone 0,10 % elle forme des colonies en boutons arrondis qui ne s'étalent pas mais qui s'élèvent en coussinets vert pomme. Dans le même temps ces disques atteignent seulement la moitié du diamètre de ceux du milieu sans peptone. Le diamètre des filaments, qui ne se désarticulent que difficilement, est seulement de 3,5 à 5 μ. La longueur des cellules va de 12 à 18 μ.

---

[1]) Klebs, Fortpflanzung Alg. u. Pilze, Jena (1897), 376, tab. II, fig. 9—14.

Monodus ovalis Chod. (nov. spec.).

J'ai isolé cette algue (nº 107 de la Collection) d'un essai de triage d'un *Monostroma bullosum*.

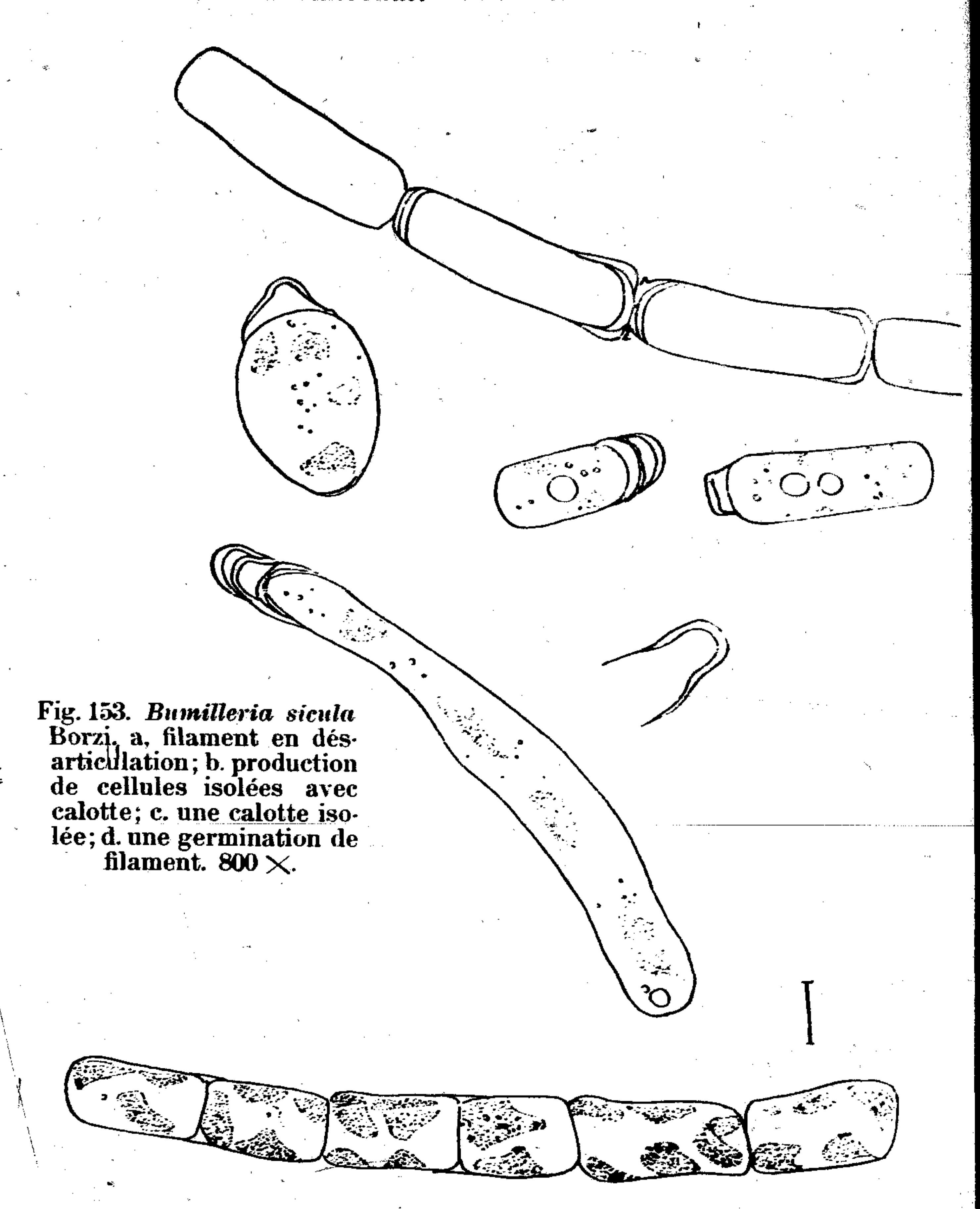


Fig. 153. *Bumilleria sicula* Borzi. a. filament en désarticulation; b. production de cellules isolées avec calotte; c. une calotte isolée; d. une germination de filament. 800 ×.

Fig. 154. *Bumilleria sicula* Borzi. filament isolé. 800 ×.

Je la classe parmi les Hétérokontes pour les raisons suivantes: le chromatophore est jaune verdâtre comme celui de *Stichogloea olivacea* Chod.;[1]) il y a parfois plus d'un chromatophore; l'amidon et

[1]) Chodat, Etudes de Biologie lacustre, Bull. Herb. Boiss. V (1897), 302, Pl. 10, fig. 9—12.

le pyrénoïde font défaut. On remarque dans le plasma les fins granules huileux habituels aux Confervoïdées. Souvent au milieu ou latéralement on voit un globule plus ou moins irrégulier de carotine rouge ou même plus foncée. Les cellules sont isolées ovoïdes ou subsphériques, munies du côté aminci d'une petite excroissance en forme de bec court tantôt très aigu tantôt plus obtus. Remarquons que la disposition de ce bec est un peu asymétrique: il se présente souvent comme un petit crochet incomplet (fig. 156—157).

Cette plante croît très lentement sur tous les milieux expérimentés. Il faut une action prolongée du chlorure de zinc iodé pour faire apparaître une légère teinte bleuâtre dans la membrane. On constate parfois autour des cellules un mucus qui en retient quelques-unes associées (fig. 158). Ce mucus se colore faiblement par le bleu de méthylène. Je n'ai pas réussi à voir les zoospores, si elles existent. Cependant, j'ai pu à plusieurs reprises trouver des cellules mères en voie de division à 4 ou 8 spores (fig. 159). Il est un peu hasardé de se prononcer définitivement sur la place à attribuer à cette plante dans le système.

Fig. 155. *Bumilleria exilis* Klebs. Culture sur agar-glycose; filament isolé. 800 ×.

Cependant, tout porte à croire qu'elle est voisine des genres *Chlorobotrys* Bohlin, *Stichogloea* Chod., *Botryococcus* Chod., lesquels sont sans nul doute des Hétérokontes immobiles. Même Wille qui ne partage pas l'opinion moderne, c.-à-d. n'admet pas la séparation des formes dont les zoospores présentent des cils inégaux, de

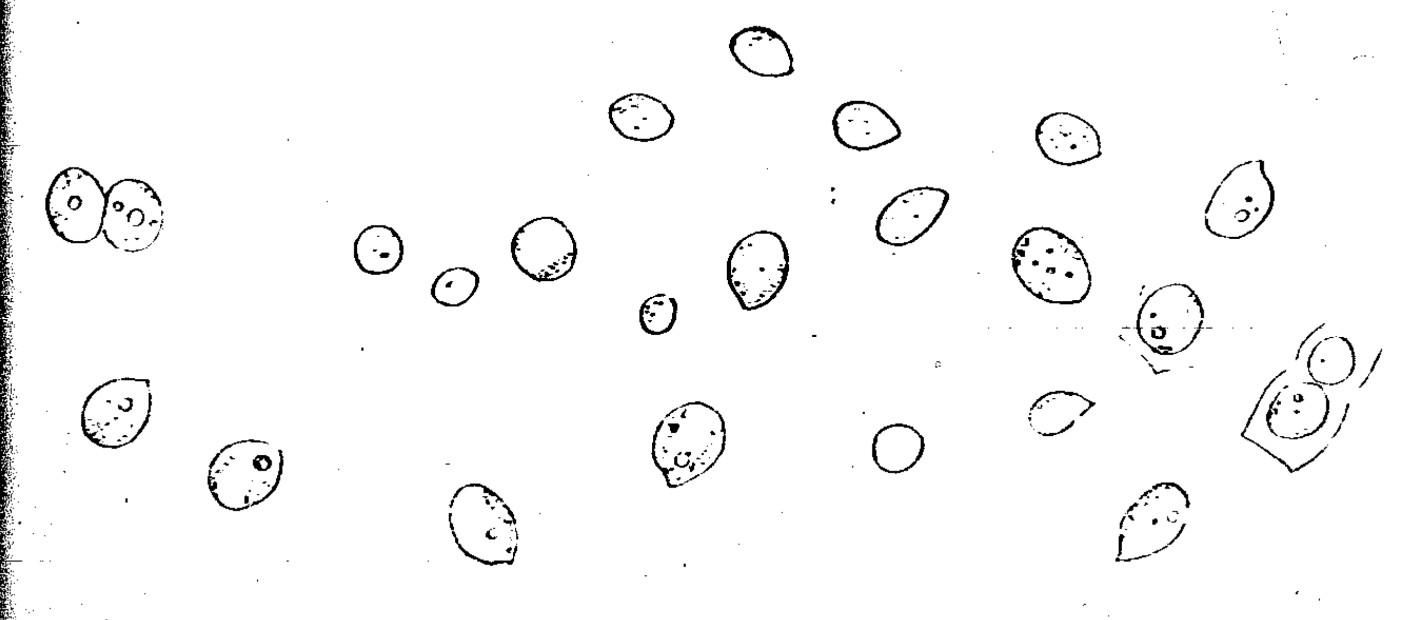


Fig. 156. *Monodus ovalis* Chod. Agar. spl. Imm. 800 ×.

celles qui ont des cils symétriques et qui produisent de l'amidon, groupe les *Stichogloea* et *Botryococcus* dans une série particulière, celle des Botryococcées.

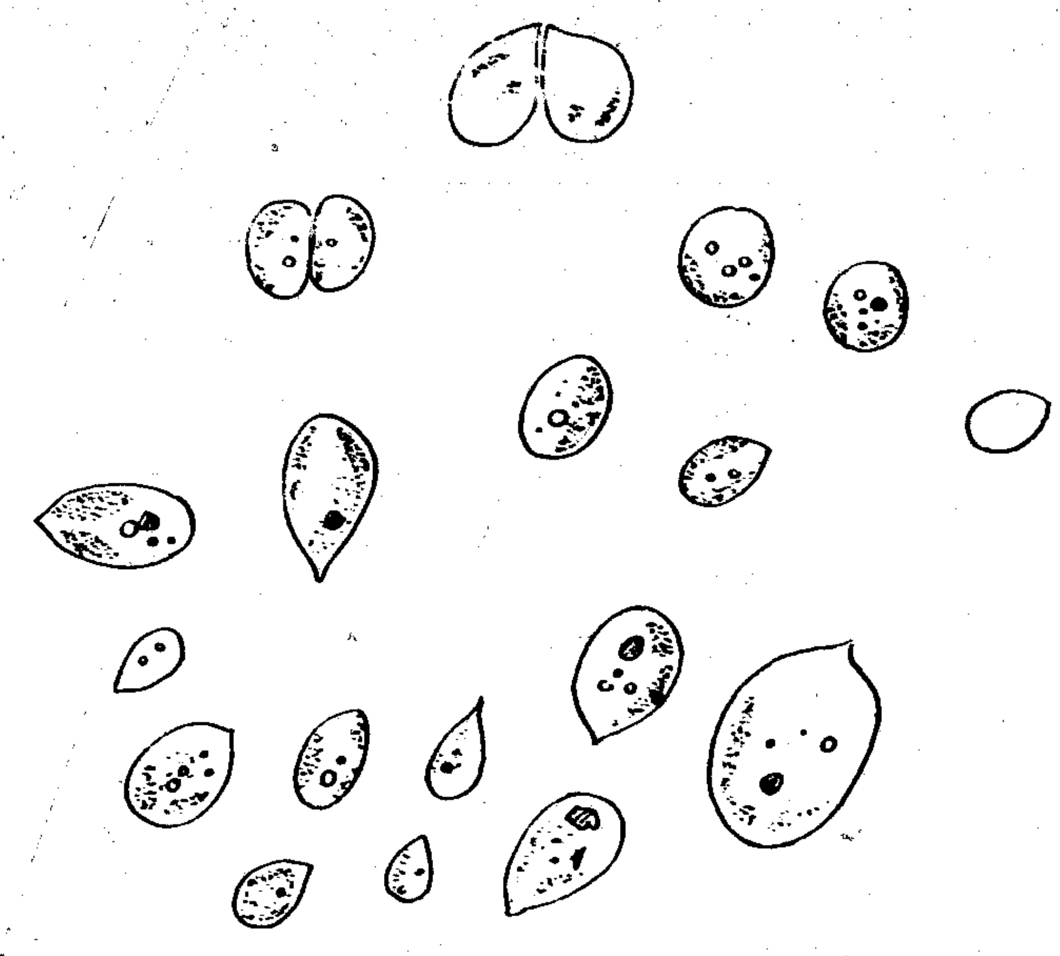


Fig. 157. *Monodus ovalis* Chod. On a indiqué les globules de carotine par une teinte foncée. 1600 ×.

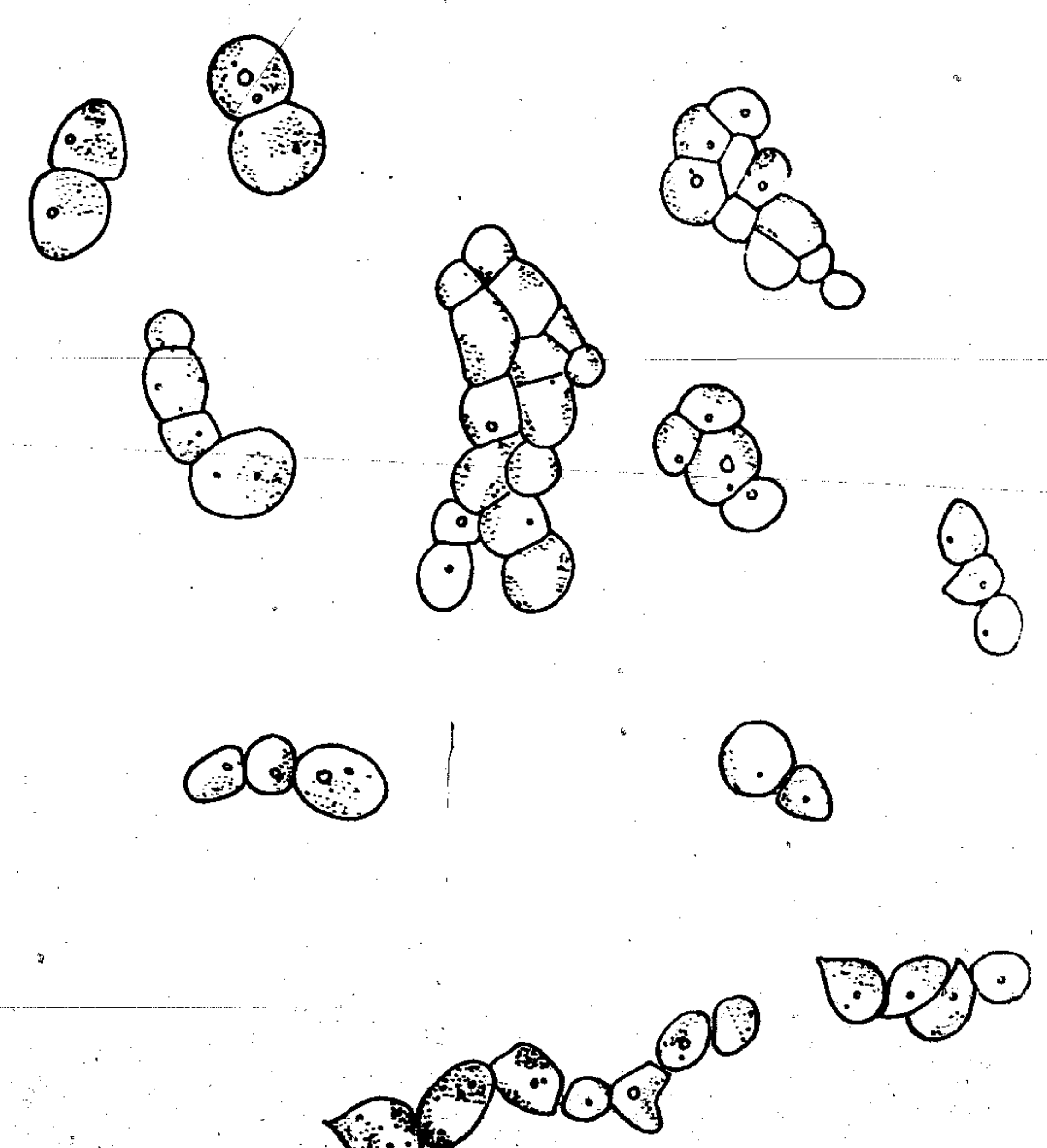


Fig. 158. *Monodus ovalis* Chod. Groupement accidentel des cellules, simulant une disposition en thalle ou en filaments. 800 ×.

Il est vrai qu'un peu plus loin il met *Chlorobotrys* Bohlin parmi les Pleurococcacées (telles qu'il les comprend, avec *Pleurococcus*, *Coccomyxa*, etc.) et cependant *Chlorobotrys* avec ses chromatophores jaune verdâtre, l'absence de pyrénoïde et d'amidon, la présence d'huile comme substance de réserve est une plante voisine des Botryococceae.

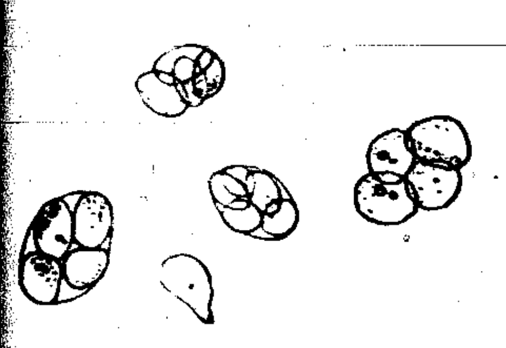


Fig. 159. *Monodus ovalis* Chod. Sporanges irréguliers.

Je constitue un genre nouveau pour cette plante: *Monodus* μονοδοὺς (qui n'a qu'une dent):

Cellulae liberae ovales, dentem minutum asymmetricum ferentes, membrana tenui, chlorophoro parietali, luteo-viridi, olivaceo, pyrenoides et amyli destituto, bipartitione contentus cellulae matricalis bis ter repetita multiplicatae, granulis oleaceis et interdum carotinis conspersae, mucrone ad 0,6—0,8 μ longo.

Dim. 9/6, 7/4, 6/5, 10/6 μ.

In fossis, la Gradelle, Genève.

Je pense qu'il faut aussi placer dans le genre *Monodus* le *Chlorella acuminata* Gerneck. Cette espèce est dépourvue de pyrénoïde, elle ne produit pas d'amidon; sa forme est asymétrique et elle possède un bec acuminé. Mais les dimensions du *C. acuminata* Gerneck sont autres: les petites cellules plus étroites, 7,5/1,5 à 2 μ. Il est vrai que Gerneck indique aussi des cellules plus renflées de 12/6 μ, mais on voit que proportionnellement notre espèce est plus trapue; la nôtre aussi croît difficilement sur agar. Il conviendra donc de nommer cette espèce *Monodus acuminatus* (Gern.) Chod.[1])

Gonidies de Lichens et algues affines aux gonidies des Lichens.

Un des problèmes qui m'intéressaient au commencement de cette étude était en particulier de mieux préciser qu'on ne l'avait fait jusqu'ici la valeur systématique des gonidies vertes des lichens. On verra plus loin les imprécisions et les incertitudes qui encombrent encore la science à ce propos et à propos d'un sujet dont tout le monde parle avec autorité parce que personne n'est compétent.

En seconde ligne je voulais savoir si, dans des lichens voisins, les gonidies sont identiques ou s'il y a à ce sujet une certaine

[1]) Gerneck, Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen, Beihefte zum Bot. C. B., XXI (1907), 249, Tab. XI, 37 à 44.

spécificité. On verra que cette spécificité pour n'être pas très marquée existe cependant. Il y a des races habituelles ou même morphologiques qui habitent les espèces de lichen d'un même genre comme *Cladonia*, *Solorina*. Enfin quelles seraient la biologie et la physiologie de ces gonidies? Pourrait-on de cette étude tirer quelques présomptions en faveur de la théorie de la symbiose, du consortium ou du parasitisme? J'explique plus loin que, selon moi, la synthèse expérimentale non équivoque des lichens est encore à faire. Aucune des expériences tentées jusqu'ici n'a été capable de nous donner l'explication du singulier consortium qu'on appelle lichen. La question est beaucoup plus compliquée qu'on ne l'a pensé au début, dans l'enthousiasme de la découverte de Famintzin-Schwendener-Bornet.

Notre travail est une base sur laquelle un édifice devra être développé et que nous espérons amener à chef. Mais «vita brevis, ars longa».

J'ai, seul ou avec l'aide de mes élèves, isolé des gonidies d'espèces de *Cladonia*, *Solorina* et *Verrucaria*, gonidies qui appartiennent aux genres *Cystococcus*, *Coccomyxa* et *Coccobotrys* (nov. gen.).

Cystococcus Naegeli.

Ce genre[1]) a été établi en 1848 par Naegeli pour une algue trouvée sur la terre humide et sur les racines des arbres dans les forêts: *Cystococcus humicola* Naeg.

Les cellules, d'après cet auteur, ont un chromatophore découpé en cercle d'un côté. Ce chromatophore possède un pyrénoïde. Les cellules peuvent devenir orangées ou rouges; elles atteignent 16 à 17 μ; leurs spores 1,5 à 1,7 μ. Elles se reproduisent par un cloisonnement interne répété, lequel se marque par des lignes de segmentation bien distinctes et qui constituent une espèce de réseau polygonal. Naegeli n'a pas vu de zoospores. Je ne puis pas suivre en détail toutes les vicissitudes de nomenclature qu'a subies cette algue depuis sa désignation par Naegeli; elle a été tantôt maintenue indépendante, tantôt confondue avec les *Protococcus*, ou les *Pleurococcus*, tantôt mal identifiée de telle manière qu'il est à peu près inutile d'essayer de débrouiller l'écheveau compliqué de sa synonymie. Je ne m'en tiendrai qu'aux auteurs modernes qui ont fait de ce genre une étude plus approfondie. Gerneck[2]) a appliqué ce nom générique à une algue qu'il

[1]) Naegeli, C. Gattungen einzelliger Algen, Zürich (1848), 84, Tab. III, E.
[2]) Gerneck, Zur Kenntnis niederer Chlorophyceen, in Beihefte z. Bot. C. B. XXI (1907), 221.

[ét]udiée en culture impure.[1]) Il essaie à ce propos de faire une revi[sio]n de nos connaissances sur le genre *Cystococcus*. L'auteur se rend bien [co]mpte que la plante qu'il étudie n'est pas le *Chlorococcum infusionum* [Me]negh., espèce avec laquelle la plante de Naegeli a souvent été [co]nfondue. Il donne du genre *Cystococcus* la caractéristique suivante: [C]*ystococcus* serait caractérisé non pas par un chromatophore en cloche [c']est-à-dire échancré; il posséderait au contraire un grand nombre de [co]rpuscules chlorophylliens, périphériques et de la forme habituelle [au]x plantes supérieures. Il n'y aurait pas de pyrénoïdes. Mais il suffit [d]e comparer cette définition avec celle de Naegeli pour se convaincre [q]ue la plante de Gerneck ne peut être le *Cystococcus* de cet auteur. [C']est ce qu'a déjà bien vu N. Wille[2]) qui fait de l'algue de Gerneck [u]ne espèce du genre *Dictyococcus* (Gerneck) Wille. Ce dernier genre [av]ait été créé par Gerneck lui-même pour une algue unicellulaire [q]u'il avait nommée *D. varians* Gern. Cette algue aurait des chroma[to]phores polygonaux sans pyrénoïde, produirait de l'amidon et se [m]ultiplierait par zoospores (l. c. p. 225).

Treboux[3]) a bien saisi les différences qui séparent du *Chloro[co]ccum infusionum* Menegh. la gonidie de plusieurs lichens. D'accord [a]vec Schwendener il donne à ces algues le nom de *Cystococcus [h]umicola* Naeg.; mais je fais observer que nulle part Naegeli n'attribue [à] son algue un chromatophore étoilé ou ramifié; nulle part non plus [il] ne fait mention de zoospores. Faut-il, dès lors, cependant maintenir [ce]tte identification? Faut-il faire dire à Naegeli ce qu'il n'a certaine[m]ent pas voulu dire? Ce n'est pas mon avis. Le *Cystococcus humicola* [d]e Naegeli reste une algue à mieux définir et à isoler de son milieu [n]aturel. Si elle est réellement identique au *Cystococcus* dont parlent [le]s lichénologues cela ne pourrait être qu'en admettant que Naegeli [a]it mal vu la forme exacte du chromatophore. Ceci n'est pas im[p]ossible car Schwendener et même Bornet, pourtant si exacts, ne [d]onnent pas non plus de figures ni de descriptions qui permettraient, [à] coup sûr, de reconnaître le genre d'algue auquel ils imposent le [n]om de *Protococcus* (Bornet) ou de *Cystococcus* (Schwendener). Cepen[d]ant, dans ce cas, nous pouvons identifier avec une plus grande [ce]rtitude puisqu'il suffit d'examiner les lichens en question pour connaître [l']algue gonidie. Or cette dernière, dans les lichens incriminés, a un chroma-

[1]) Gerneck, l. c.: Anfangs waren bakterienfreie Algenreinkulturen vor[g]esehen. Da aber die Algen auf den Isolierungssubstraten nur durch längere [A]rbeit von Bakterien zu befreien sind, so beschränkten wir uns darauf, die [B]akterien nach Möglichkeit auszuschliessen etc., l. c. 223.

[2]) Wille, in Engler u. Prantl. Nat. Pflzfam. Nachträge (1909), 43, fig. 21, D, E.

[3]) Treboux, Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola*, [B]er. d. d. Bot. Ges. XXX (1912), 69.

tophore étoilé muni d'un gros pyrénoïde. Sans nul doute il est aisé de savoir exactement ce qu'est réellement le *C. humicola* N. Puisque des algologues aussi habiles que Bornet[1]) et Schwendener n'ont pas reconnu, à l'inspection des gonidies du lichen, la forme exacte du chromatophore, on pourrait supposer que Naegeli, à son tour, n'a pas bien vu les contours du chromatophore de son algue, mais ce sont là des présomptions et non pas des certitudes. Parmi les cellules qui pourraient également prétendre, pour cette même raison, au nom de *Cystococcus*, il y aurait encore les cellules isolées du *Pleurococcus vulgaris* Menegh. (non alior. auctorum).[3]) Il y aurait aussi les akinètes des *Schizogonium*.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la littérature botanique des dernières années pour saisir toute l'incertitude qui règne au sujet de ce genre. Je l'ai déjà dit autre part, la biologie n'est pas essentiellement œuvre de paléographe ou d'archiviste. L'important est de désigner clairement les objets qu'on veut décrire.

Artari a extrait du *Xanthoria parietina* Ach. et du *Gasparrinia murorum* (*Amphiloma murorum* Hoffm.) les gonidies (?), mais n'en donne aucune description; il a décrit quelques expériences, desquelles il a conclu que les gonidies sont des «peptones-algues». Il a fait à ce sujet une intéressante observation, qu'elles se laissent cultiver dans l'obscurité parfaite et qu'elles verdissent sans lumière. Il appelle l'une de ces algues *Chlorococcum Xanthoriae*; il la ramène donc au genre de Menegh.[4])

Cystococcus Cladoniae Chod.

De Bary en 1865 ayant attiré l'attention des botanistes sur le problème de la nature des gonidies de lichens en a tiré la conclusion que ces organes verts ne pouvaient être ou que les algues envahies par des champignons Ascomycètes ou des organes de lichen capables de vivre en dehors du lichen d'une manière indépendante.[5]) Baranetzky montra en 1869 qu'en effet les gonidies des lichens[6]) et en particulier

[1]) Bornet, Recherches sur les gonidies de Lichens. Annales des Sciences naturelles. V[e] série, XVII (1 et 20).

[2]) Schwendener, Die Algentypen der Flechten-Gonidien. Basel (1869), 37, Tab. III, 25.

[3]) Artari, Al. Ueber die Entwickelung der grünen Algen, unter Ausschluss der Bedingungen der Kohlensäure-Assimilation, Bull. Nat. Moscou (1899), 1 à

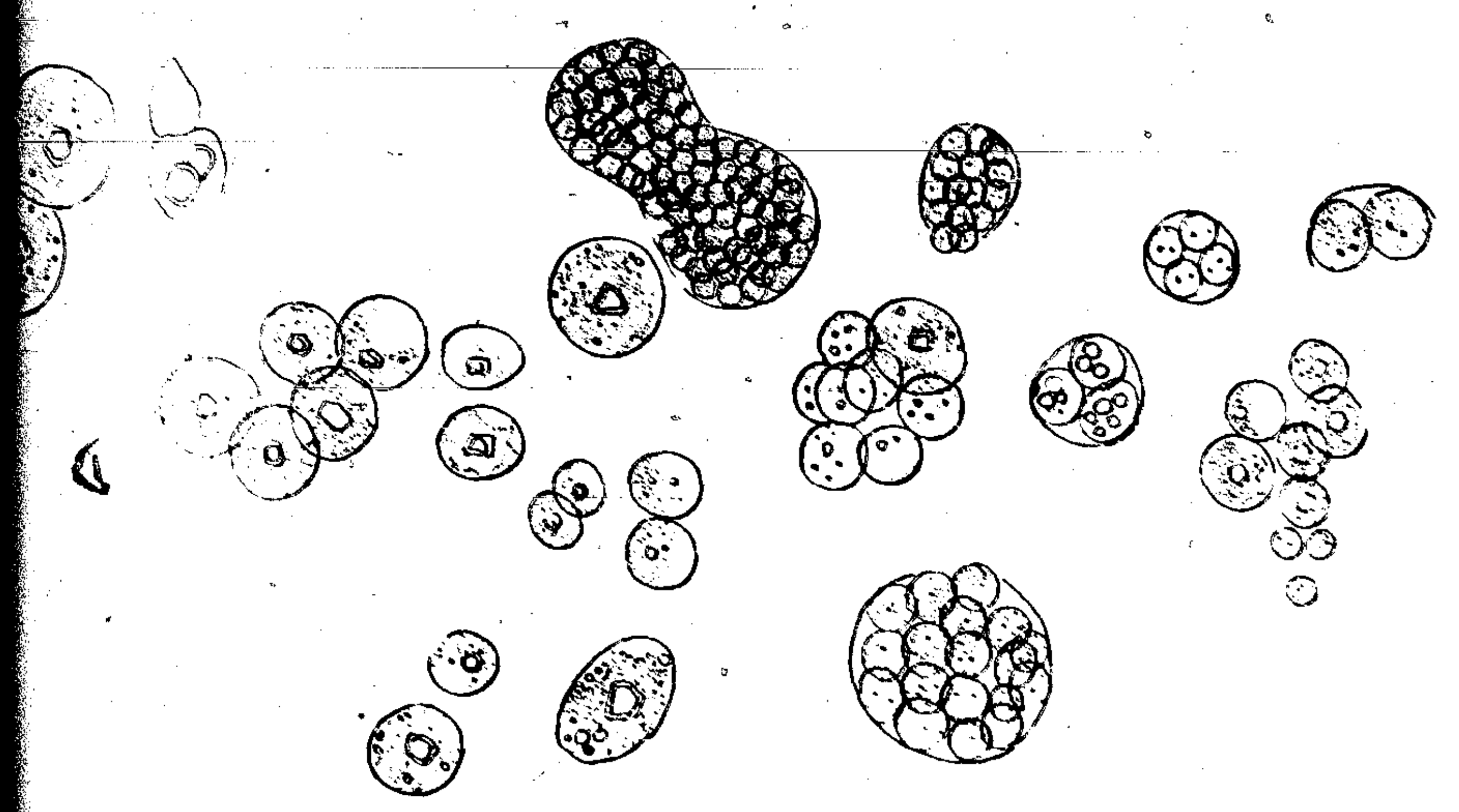
[4]) Chodat, R. Etudes critiques et expérimentales sur le Polymorphisme des Algues, Genève (1909).

[5]) De Bary, Vergleichende Morphologie und Physiologie der Pilze, Leipzig (1884), 99, 203, 229, 240, 425.

[6]) Baranetzky, Beitrag zur Kenntnis des selbständigen Lebens der Flechten-Gonidien, in Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. VII (1869), 1.

lles des *Physcia, Evernia, Cladonia*, sont capables de vivre en dehors lichen d'une vie indépendante et même de développer, dans ces nditions, des facultés abolies dans le lichen, c'est-à-dire d'émettre s zoospores.

Cependant Famintzin et Baranetzky[1]), dans un travail fondaental, ont les premiers décrit avec soin une gonidie supposée du



ig. 160. *Cystococcus Cladoniae* Chod. (gonidies du *Cladonia furcata*, nº 60 de la collection). Culture sur agar-glycose. De droite à gauche: Cellules typiques. à chromatophore étoilé; spores variées; gros méga- et microsporanges. 800 ×.

Parmelia parietina) Xanthoria parietina Ach. *(Physcia parietina* L.). es auteurs ont identifié cette gonidie au *Cystococcus* de Naegeli; utant qu'on peut en juger par leur courte description ils ont conondu le pyrénoïde avec un vrai noyau. Il est cependant difficile de e faire une idée exacte de la valeur de leurs observations. En effet a planche de leur mémoire montre deux séries de cellules 1º fig. 1 à 12, ellules qui produisent des zoospores et 2º fig. 13 à 19, cellules qui prouisent des autospores. Rien ne prouve que ces deux catégories appariennent à une seule et même plante. Malgré les soins pris par les uteurs, aucune garantie ne nous est donnée que ces deux catégories de ellules soient des gonidies et qu'il ne se soit pas développé dans eur liquide au cours de leurs expériences un mélange de *Cystococcus* gonidie) et de *Chlorococcum*.

Il faut cependant reconnaître que les recherches modernes ont onfirmé leurs résultats fondamentaux!

[1]) Famintzin und Baranetsky, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte er Gonidien- und Zoosporen-Bildung bei *Physcia parietina*, in Bot. Zeit. (1867) 89 à 190. — Idem. Zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien etc., Mémoires de Acad. de St-Pétersbourg, VII, série II (1868).

Famintzin et Baranetsky disent avoir obtenu exactement les mêmes résultats à partir d'espèces des genres *Cladonia* et *Ever*[illegible] sans donner cependant d'autres détails. Comme ils ont obtenu des zoospores à partir des gonidies de ces espèces de lichens comme à partir des *Physcia parietina*, ils en concluent qu'il n'est pas sans vraisemblance qu'on les rencontrera chez toutes les plantes lichen[illegible] appartenant au même groupe.

Woronine[1]) a étudié les gonidies du *Parmelia pulverulenta*. Il a appliqué à cette espèce la méthode de Famintzin et Baranetsky qui est de cultiver les gonidies de ce lichen dans une atmosphère humide sous cloche, sur des morceaux de différentes sortes d'écorce et de bois préalablement stérilisés par l'ébullition et humectés ensuite avec de l'eau distillée. Il a en outre cultivé ces gonidies sur les porte-objet, dans des gouttes d'eau parfaitement (?) pures, en ayant soin d'échanger l'eau tous les jours. Il a comme ses prédécesseurs obtenu des zoospores et comme eux il attribue l'algue-gonidie au genre *Cystococcus*. Woronine dessine exactement l'algue et sans le mentionner plus particulièrement dessine un pyrénoïde; les zoospores sont du type de notre *Cystococcus viscosus* Chod.

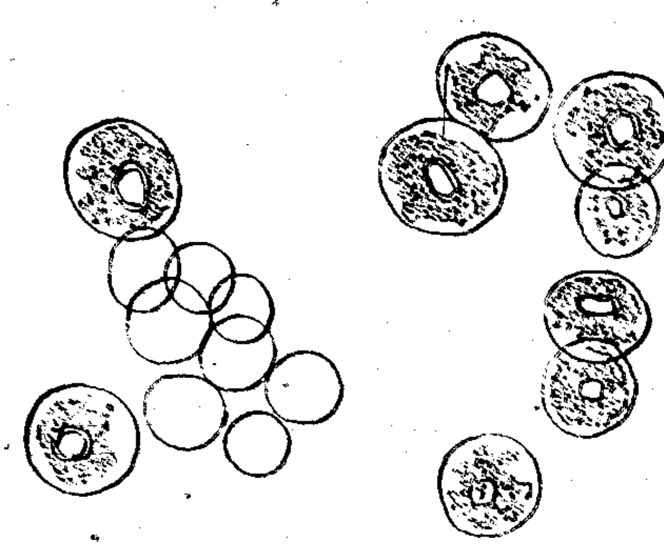


Fig. 161. Gonidies du *Cladonia rangiferina*, examinées dans le lichen. 800 ×.

Bornet[2]) réunit sous le nom de *Protococcus* les genres *Pleurococcus*, *Cystococcus* et *Protococcus*. Il fait remarquer que jusqu'à lui (1873) on n'avait ni donné de bonnes figures des gonidies ni montré les rapports qui existent entre les hyphes et les gonidies. «Au reste je dois dire que l'observation exacte de rapports de l'hypha avec les gonidies est une des plus difficiles que l'on puisse rencontrer».

Bornet a repris cette étude en partant des *Parmelia parietina* L. (*Physcia parietina* Nym.) et *Biatora*. Il est singulier qu'un si excellent algologue n'ait pas examiné avec plus d'attention les gonidies globuleuses de ces plantes. Il nomme toutes ces cellules globuleuses «*Protococcus*», il ne nous dit pas non plus si elles ont un pyrénoïde ou non, ni quel est leur mode de propagation. A la planche 9, fig. [illegible] de son Mémoire on voit, il est vrai, les gonidies du *Cladonia furcata*

[1]) Woronine, Mémoire sur les Gonidies du *Parmelia pulverulenta*, dans les Annales des Sciences Naturelles. V° série, XVI (1872), 317, Tab. XIV.

[2]) Bornet, Ed., Recherches sur les gonidies des Lichens, dans les Annales des Sciences Naturelles, Ve série, 17 (1873).

ésenter un globule que l'on peut au besoin reconnaître pour un rénoïde. Mais l'auteur n'a pas fait l'histoire de ces gonidies. Nous savons ni si elles se multiplient par spores ou par zoospores ni l faut les mettre parmi les plantes dont les cellules se cloisonnent parmi celles qui ne font que se rajeunir en produisant des spores.

Schwendener[1]) sous le nom de Palmellacées, comprend les ystococcus que l'on rencontre dans un grand nombre de lichens uticuleux et foliacés; il figure une seule cellule du *Cystococcus umicola* (l. c. Tab. III, fig. 25) avec un gros pyrénoïde et une tache aire latérale. Il ne dit pas d'ailleurs de quel lichen provient cette onidie, dont il n'a pas suivi l'évolution.

Artari[2]) considère ces gonidies comme appartenant au genre *hlorococcum* et dit que dans les *Chlorococcum infusionum* qui vivent brement et dans la gonidie du *anthoria parietina* nous avons eux races physiologiques dont une se distingue de l'autre par fait que l'algue libre vit mieux r les milieux inorganiques; elle référerait l'azote nitrique à l'azote eptone, tandis que la gonidie du *. parietina* serait, au sens que eijerinck donne à ce nom, ne peptone-algue. En outre le *ystococcus* libre se multiplierait bondamment par zoospores, *Chlorococcum infusionum*), tanis que la gonidie n'en fournirait ue très difficilement.

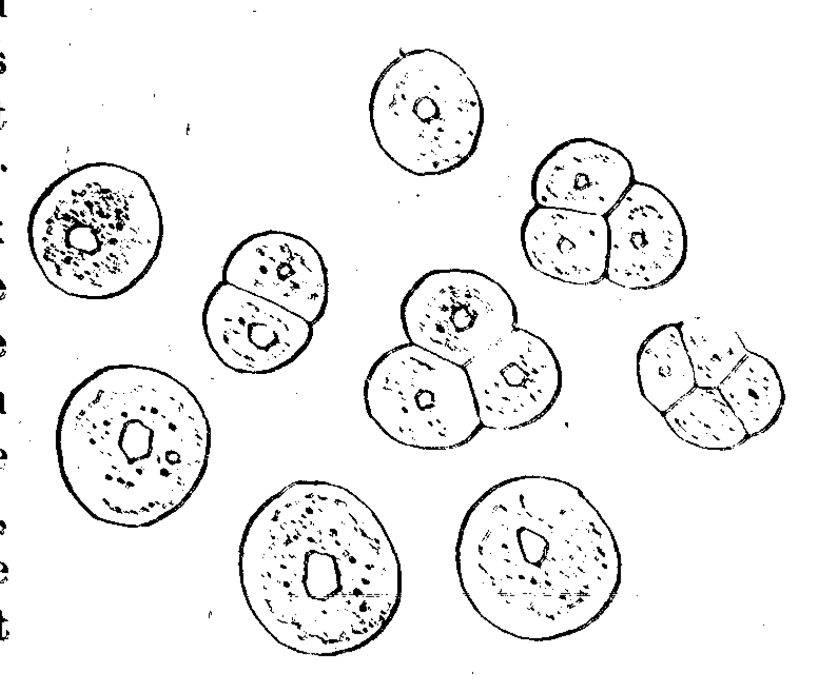


Fig. 162. Gonidies du *Toninia vesicularis* (Salève) examinées dans le lichen. 800 ×.

Mais Treboux fait remarquer qu'Artari croit à l'existence de eux races physiologiques alors qu'il y a en réalité deux espèces bien istinctes au point de vue morphologique. Il fait remarquer que tandis ue le *Cystococcus humicola* Naeg. comme les *Chlorococcum* montrent n chromatophore en cloche muni d'une échancrure latérale, la gonidie u *Xanthoria parietina* possède un chromatophore massif et plus ou oins festonné. Il y a en outre un pyrénoïde au centre de la cellule. compare avec raison ce chromatophore à celui du stade *Cystococcus* de *leurococcus vulgaris* (Menegh.) Chod. Il en conclut que la gonidie du *anthoria parietina* ne doit pas être confondue avec les stades *Cys-*

[1]) Schwendener, Die Algentypen der Flechten-Gonidien. Basel (1869), 3.
[2]) Artari, Zur Frage der physiologischen Rassen einiger grüner Algen, in er. d. d. Bot. Ges. XX (1902), 173.

tococcus d'autres algues ni avec les *Chlorococcum* dont elles dif-
raient par le chromatophore et l'absence du stigma sur les zoosp
Il reconnaît que les *Cystococcus* forment difficilement des zoosp
On est encore ici en présence d'un travail qui ne donne point
détails circonstanciés sur les gonidies étudiées ou qui ne les d

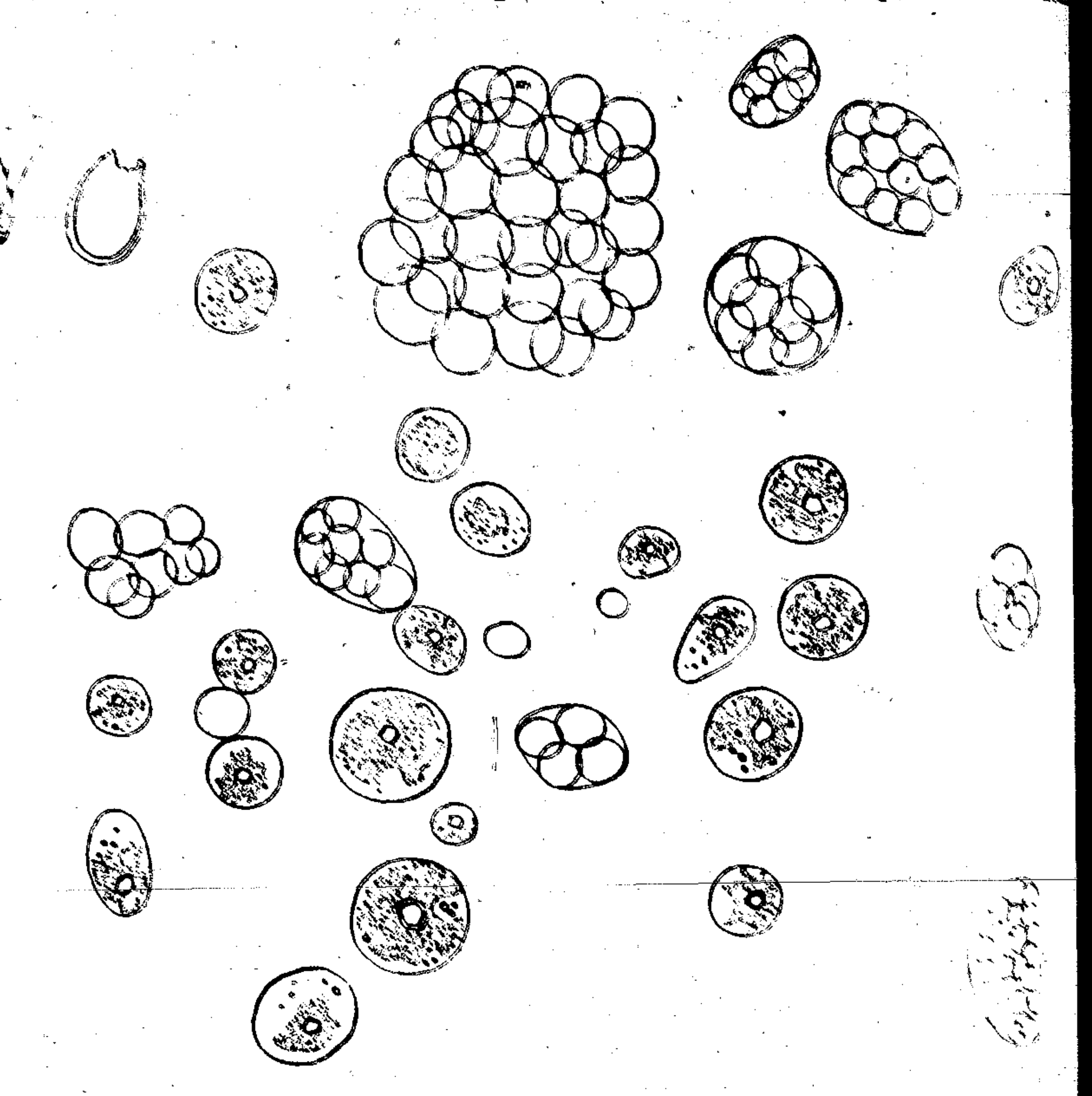


Fig. 163. *Cystococcus Cladoniae* II Chod., gonidies du *Cladonia pyxidata* (var. *pyxidatae* Chod.). Culture sur agar-glycose, cellules, sporanges zoospore (nº 63 de la Collection). 800 ×.

qu'incomplètement. Néanmoins il faut reconnaître que Treboux a juste s'il n'a pas donné de preuves expérimentales à ses affirmati

Il est vraiment étonnant qu'un sujet si captivant que celui la nature de la gonidie des lichens n'ait pas suscité de recherch critiques.

Je renonce à discuter les indications de Gaston Bonnier sur la synthèse des lichens, car on ne voit pas ici non plus que l'aut se soit assuré de la pureté des gonidies au sens moderne de ce m

[1]) G. Bonnier, Recherches sur la synthèse des lichens, Ann. d. Sc. n Sér. VII, Bot. T. IX (1889). — Id., Bull. de la Soc. bot. de France.

quelles sortes de gonidies ont été employées, ni comment l'auteur a procédé pour isoler à l'état de pureté les spores des lichens.

Sans vouloir mettre en doute la réalité des faits énoncés, je ne saurais accepter comme convaincants les résultats obtenus. Il me paraît que tout est à recommencer par des méthodes inéquivoques. En réalité, nous ne sommes informés, pour ce qui est de la synthèse expérimentale des lichens, que des premiers stages du développement et ces expériences ont été faites dans des conditions qui ne peuvent satisfaire le botaniste d'aujourd'hui, lequel exige les preuves de la pureté du matériel de départ. C'est cette preuve qui manque également aux recherches de Famintzin et Baranetski et de Woronine. Rien ne nous prouve en effet que les algues dont ils font la description soient réellement les gonidies des lichens étudiés. Ainsi on ne voit pas dans les dessins de Famintzin et Baranetski le chromatophore étoilé caractéristique pour les gonidies des lichens sur lesquels ils ont expérimenté. Treboux (l. c.) fait remarquer[1]) que chez ces gonidies le chromatophore est plus ou moins étoilé, tandis que le *Chlorococcum* et le *Cystococcus* de Naegeli ont un chromatophore en cloche. D'autre part, la facilité avec laquelle les gonidies supposées de Famintzin et Baranetzki produisent des zoospores est étonnante, alors qu'en réalité les gonidies en cultures pures n'en fournissent que difficilement.

Pour obtenir les gonidies de divers lichens, j'ai opéré de la manière suivante: le lichen soigneusement lavé à l'eau stérilisée, même brossé avec de l'eau stérilisée à plusieurs reprises, est broyé dans un mortier de porcelaine, au préalable flambé à l'alcool, après avoir été stérilisé dans un four à verrerie. On obtient ainsi une émulsion dans laquelle sont suspendues les gonidies et les particules du lichen. On se sert de cette émulsion pour faire des dilutions, après avoir examiné au microscope le nombre de germes que contient approximativement une goutte du liquide primitif. Les ensemencements se font dans l'agar-Detmer ¹/₃ sans sucre, refroidi à 30°. Les flacons sont mis au soleil d'hiver et on attend que les algues se développent. Il faut de trois à quatre mois pour obtenir des colonies assez grosses pour être réensemencées. Mais il faut bien insister sur cette cause d'erreur que le plus souvent on obtient de toutes autres algues que les gonidies qu'on désire obtenir. N'oublions pas, en effet, que la nature rugueuse et hygroscopique d'un lichen est une condition propice au développement des algues épiphytes. Chacun sait, pour avoir herborisé dans les taillis, avec quelle facilité beaucoup d'algues unicellulaires s'installent sur les écorces humides, sur les polypores subéreux et subligneux

[1]) Treboux, O. Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola* in Bezug auf die Flechtensymbiose, Ber. d. d. bot. Ges. 30 (1912), 69.

(Polyporus versicolor, P. hirsutus, Lenzites sp.), sur le bois pourri, s l'argile humide. On voit moins directement les algues épiphytes d lichens et cependant chaque triage fournit bon nombre d'espèces q ne sont pas les gonidies cherchées *(Stichococcus, Raphidonema, Pal mellococcus, Chlorella, Pleurastrum, Heterococcus,* etc.). D'une ma nière générale, ces algues épiphytes, dans les triages, se développe plus rapidement que les gonidies. Et comme souvent elles ont aus la forme arrondie de ces dernières, on pourrait les confondre ave elles. Plus d'un *Chlorella*, comme on le verra dans la suite, pourrai être confondu avec des gonidies par un observateur qui n'aurait pa constamment recours à la comparaison avec la forme, la grosseu et le contenu des cellules des gonidies « in situ ».

J'ai, avec l'aide de plusieurs de mes élèves, essayé de nombreu triages et je dois dire que l'obtention des gonidies en culture pur est un travail fastidieux et difficile. Neuf fois sur dix on n'obtie que des organismes étrangers à la symbiose des lichens. Que pense alors des travaux de ceux qui, pour obtenir ces gonidies, se son bornés à cultiver des fragments de lichen sous des cloches à l'humidit et pour qui tout ceci semble un jeu? Il est étonnant que le scrupul botanique n'ait pas été mis en éveil par les difficultés du sujet et plu particulièrement qu'on n'ait pas songé à la possibilité de voir de algues épiphylles ou même étrangères envahir les cultures. Je n'a pour ma part pas réussi, comme ces auteurs, à obtenir des *Chlorococcum* produisant des zoospores avec facilité. On obtient, au contraire, ass rapidement des *Chlorococcum* en partant d'épiphylles ou d'épiphytes des troncs et des écorces. Que faut-il aussi penser des affirmations de ceux qui parlent des gonidies des lichens sans préciser à quelle sorte de gonidies ils font allusion, sans dire comment ces gonidies se com portent en culture pure? Je renonce à pénétrer dans ce dédale et je préfère ne pas exercer une critique plus sévère à propos de travaux qui, dans l'état actuel de la science, ne peuvent prétendre qu'à une valeur provisoire et n'ont le plus souvent qu'un intérêt historique

J'ai fait, en partie avec Mademoiselle Korniloff, des triages de gonidies d'espèces *Cladonia*.

Cladonia rangiferina (L.) Web.
Cladonia endiviaefolia Dicks.
— *fimbriata* (L.) Ach.
— *pyxidata* (L.) Ach.
— *vermicularis* Swartz
— *furcata* Ach.

L'examen des gonidies «in situ» montre qu'il s'agit de cellules parfaitement arrondies, à contours très nets, à pyrénoïde très distinct

au milieu d'un chromatophore central en plaque plus ou moins découpé sur le bord et qui ne laisse au pourtour de la cellule qu'un léger liseré incolore (fig. 161). La grosseur des cellules varie de 10 à 16 μ. Il y en a parfois de plus petites. Rien ne parle en faveur de l'idée qu'il pourrait y avoir chez ces lichens énumérés plusieurs genres d'algues ou même plusieurs espèces. Tout marque donc une remarquable uniformité. Les dessins faits à la chambre claire donnent pour plusieurs espèces de lichen les mêmes contours et les mêmes dimensions de gonidies. Le pyrénoïde est gros et si on traite la section du thalle par l'eau iodée il se détache très visiblement du chromatophore. Cependant ici et là les gonidies sont un peu irrégulières, ovales ou légèrement turbinées.

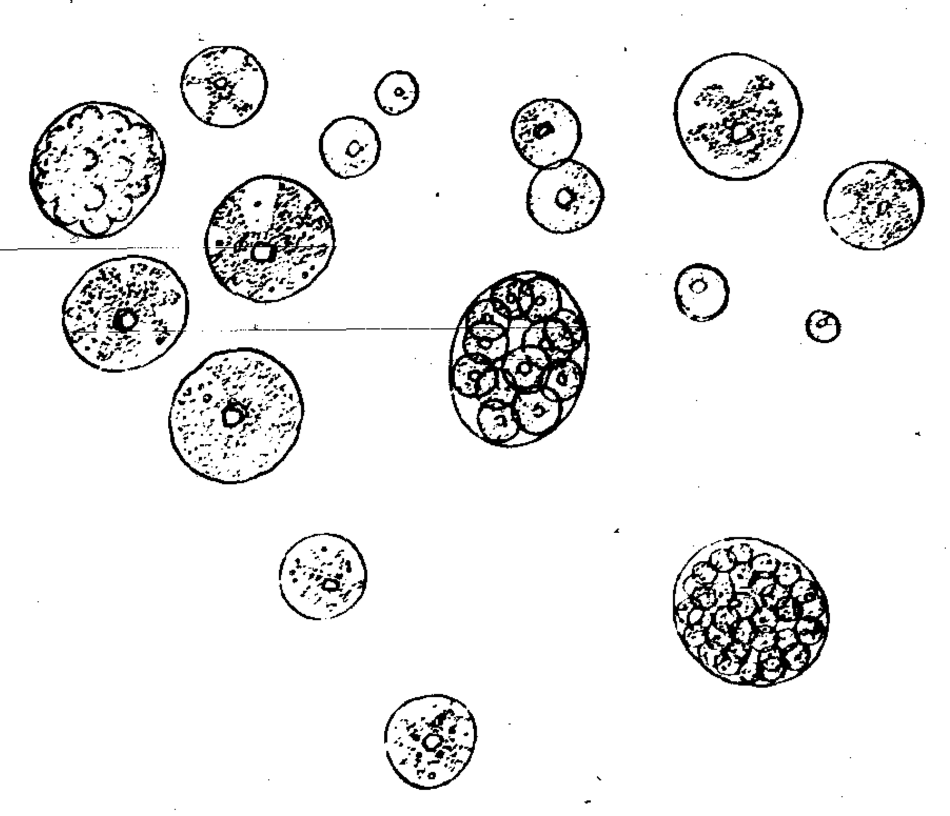


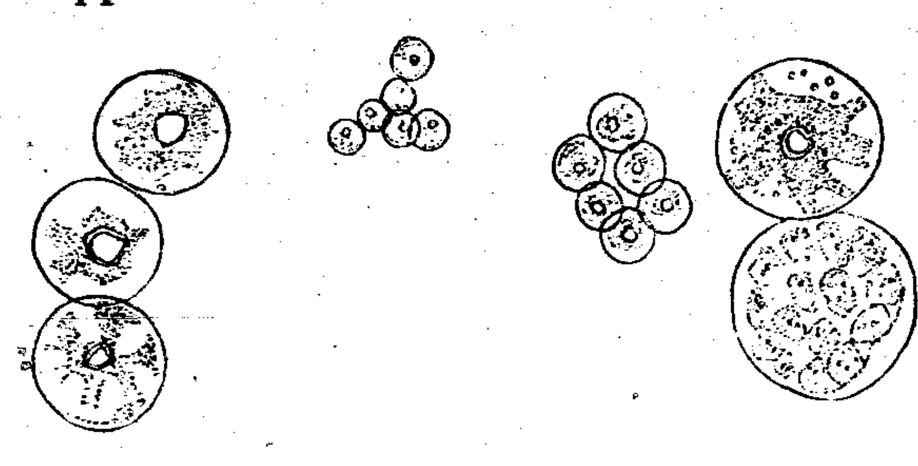
Fig. 164. *Cystococcus Cladoniae pyxidatae* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone. 800 ×. (n° 63 de la Collection.)

Cystococcus Cladoniae furcatae Chod.

J'ai isolé de ce lichen, en collaboration avec Mademoiselle Korniloff[1]), une gonidie qui correspond exactement en culture à l'algue observée dans le lichen (fig. 163). De ce dernier j'ai encore isolé plusieurs espèces de Cystosporées, dont aucune ne correspond aux gonidies et qui par conséquent doivent être considérées comme algues épiphytes. Cette gonidie se laisse cultiver très bien sur agar, beaucoup mieux sur agar-glycose. L'addition de peptone favorise beaucoup le développement, elle supporte parfaitement plus de 1 % de peptone. L'apparence des cultures est bien différente selon les milieux. Sur agar-glycose les colonies atteignent au bout de deux à trois mois un diamètre de 5 à 6 mm; la surface est granulée, irrégulièrement humide, bosselée, cratériforme (fig. 52, Pl. IX). Sur agar-peptone-glycose, les colonies atteignent dans le même temps 1,5 cm de diamètre; elles y forment des amas, des monticules qui s'élèvent beaucoup au-dessus du substra-

[1]) H. Korniloff, Expériences sur les gonidies des *Cladonia pyxidata* et *Cladonia furcata*, Thèse, Genève (1913).

tum. Leur surface est profondément sillonnée, les nervures en relief à tranches arrondies plus claires que le fond. L'ensemble fait l'impression d'un relief en miniature d'un massif montagneux (fig. 44, Pl. IX). L'apparence est humide. La couleur verte se maintient bien sur agar-glycose. Sur agar-peptone-glycose la teinte est plus olivâtre. Sur gélatine sucrée la croissance est plus lente mais au bout d'un mois la liquéfaction de la gélatine commence et continue régulièrement. Sur ce milieu la couleur est vert foncé. Comparée à la gonidie du *Cladonia pyxidata* (fig. 164 et fig. 165) qui lui ressemble beaucoup elle s'en distingue principalement par sa croissance plus vive et



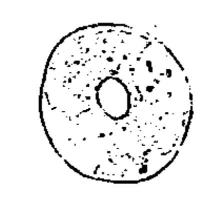


Fig. 165. *Cystococcus Cladoniae pyxidatae* II (nº 106 de la Collection). Culture sur agar-glycose. Cellules isolées, divers aspects du chromatophore étoilé et division de ce dernier avant la production des spores. 800 ×.

par sa couleur plus verte. Ces différences s'égalisent dans les cultures avec le temps. On ne pourrait donc parler d'espèces proprement dites; cependant les différences réapparaissent à chaque nouvel ensemencement. Si je nomme *Cystococcus Cladoniae* Chod. l'espèce que j'ai isolée du *Cl. furcata,* il faudra nommer l'une *Cystococcus Cladoniae* Chod. var *furcatae* Chod. et l'autre var. *pyxidatae* Chod. (fig. 164—166). Ainsi deux gonidies appartenant à deux lichens voisins diffèrent par des caractères physiologiques de vigueur et de couleur des colonies; il y a donc lieu de chercher si d'autres gonidies du même genre de lichen présenteraient des différences du même ordre ou plus accentuées. Mais avant d'aborder cette question difficile il faut traiter de la morphologie de ces *Cystococcus.* Faisons tout de suite remarquer qu'il ne peut y avoir aucun doute sur ce point que les deux variétés de *Cystococcus* des deux *Cladonia furcata* et *C. pyxidata* ne peuvent être confondues avec le *Chlorococcum infusionum.* Déjà Treboux a judicieusement attiré l'attention sur les différences qu'il y a entre le chromatophore du *Cystococcus* qui forme gonidie chez le lichen *Xanthoria parietina* et le *Chlorococcum infusionum.* Cette même différence existe ici. Le chromatophore du *Cystococcus Cladoniae* occupe la plus grande partie du milieu de la cellule. S'il est échancré sur l'un des côtés, il est cependant incisé sur son pourtour et possède des verru-

sités ou des projections de sa surface qui lui donnent plus ou moins une apparence étoilée, ce qui n'arrive pas dans le *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Meneghini.

En outre l'apparence des cultures est tout autre. Dans le *C. infusionum* on voit se former, dans les conditions énumérées, de grands disques vert foncé brillants, sans aucune rugosité. Les cellules forment rapidement des zoospores quand on les transporte dans l'eau ce qui est plus rare et certainement plus lent chez les *Cystococcus*. Gerneck (l. c. pg. 231) donne une diagnose tout à fait erronée du genre *Cysto-*

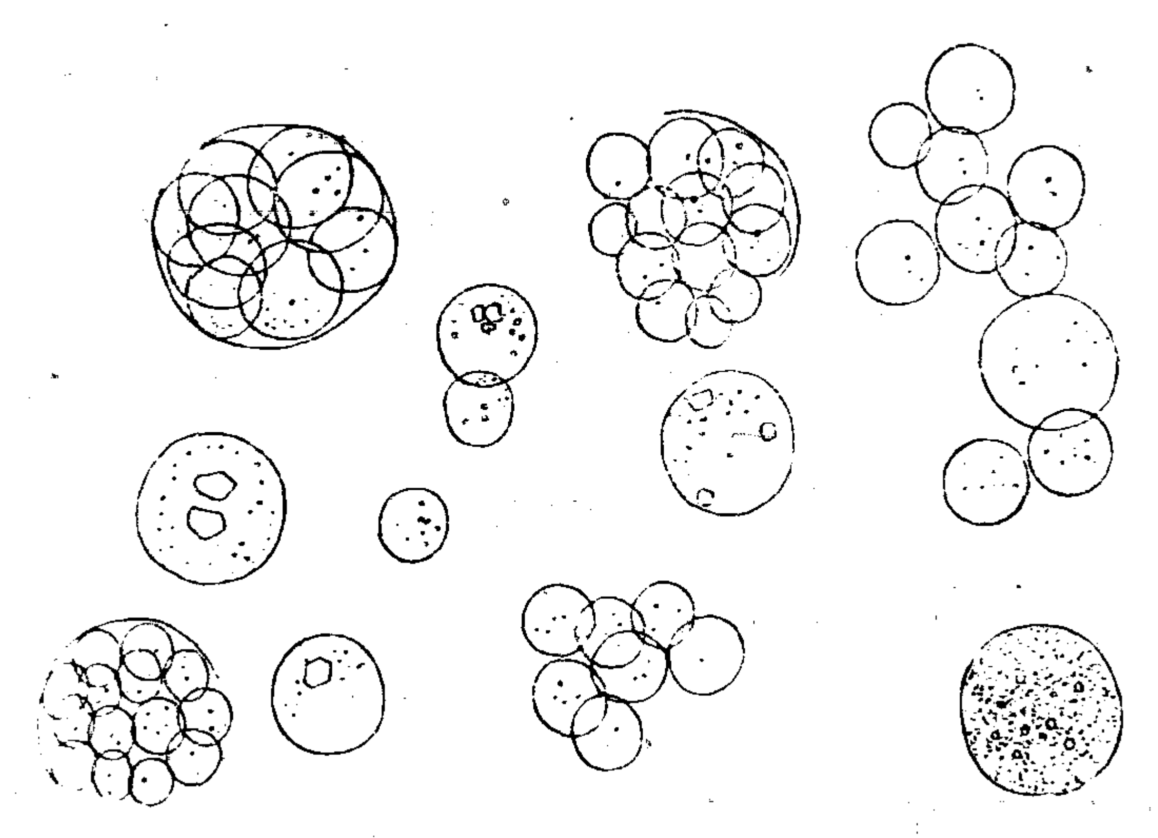


Fig. 166. Gonidies du *Cladonia pyxidata* II (n° 106 de la Collection). formation des spores, multiplicité des pyrénoïdes; agar-glycose. 800 ×.

coccus qu'il décrit comme représenté par des cellules sphériques à chromatophores nombreux, lenticulaires comme ceux des plantes supérieures et dépourvus de pyrénoïde. Il n'y aurait jamais d'amidon, la réserve hydrocarbonée serait de l'huile. Il décrit l'union des gamètes biciliés qui s'unissent par la partie postérieure du corps. Tous ces détails ne sauraient convenir au genre *Cystococcus* qui, selon Naegeli, possède toujours un pyrénoïde dans son chromatophore, lequel est échancré d'un côté. Wille a bien reconnu l'erreur de Gerneck et a placé son *Cystococcus humicola* dans le genre *Dictyococcus* Gern. mais la caractéristique de ce genre n'a jamais été faite que par Wille. Si l'on en croit Gerneck il n'y aurait jamais de cloisonnement végétatif. Par ses zoospores le *Cystococcus humicola* Gern. ressemble à mon ***Pleurastrum brachynema*** Chod.

J'ai déjà indiqué plus haut les raisons qui militent en faveur d'une séparation spécifique de l'espèce de gonidie des lichens de

l'espèce nommée par Naegeli *Cystococcus humicola*, mais je ne saurais oublier que les ouvrages de lichénologie appellent les algues vertes des *Cladonia*, *Pleurococcus*-gonidies. Ainsi Zahlbruckner (Engl. et Prantl. Nat. Pflz. Fam. Nachträge Abt. 1; I. Teil, pg. 143). Je renvoie le lecteur à ce qui est dit plus loin sur *Protococcus viridis* Ag. Le terme de *Pleurococcus* des lichénologues est sans doute pris dans une acception ancienne et très extensive. On pourrait encore discuter de l'opportunité qu'il y a de conserver ces gonidies dans le genre *Cystococcus* Naeg. puisque la présence d'un chromatophore étoilé n'est pas certaine dans le *C. humicola* Naeg. Nous préférons suivre Treboux et appeler les gonidies de *Cladonia*, Cystococcus.

Une question qui se pose tout naturellement c'est celle du rôle exact des gonidies dans la symbiose lichénique. La théorie de Schwendener, dans son essence, est que l'algue assimile le carbone et qu'elle abandonne les réserves hydrocarbonées disponibles aux champignons-lichens. La disposition des gonidies en une couche spéciale qui correspond, dans les lichens foliacés ou fruticuleux, à la couche chlorophyllée palissadique ou autre des feuilles, la présence de la chlorophylle, la manière dont les filaments du mycète s'appliquent contre la gonidie pour la sucer, l'incapacité du champignon proprement dit d'assimiler l'acide carbonique, tout cet ensemble amène à la conviction que dans cette symbiose l'algue fournit au mycète le carbone organique nécessaire à son développement. D'autre part, les recherches de Jumelle semblent montrer que dans les échanges gazeux du lichen (dans la lumière) il y a une quantité plus considérable d'acide carbonique décomposé que d'acide carbonique dégagé, ce qui paraît plausible si l'on se place au point de vue de la symbiose, tandis que selon Bonnier et Mangin le contraire aurait lieu.[1] Mais pour ce qui est des *Cladonia* la symbiose n'est pas la seule condition biologique possible. On pourrait penser à un saprophytisme plus ou moins accentué. Le champignon lichen pourrait vivre aux dépens des matières organiques de l'humus, de l'écorce des arbres, du bois pourri.

F. Tobler[2]) a essayé de rendre plausible la théorie du saprophytisme. Cependant sa technique paraît trop rudimentaire pour amener à un résultat convaincant. Mais il affirme avoir en culture et en saprophytisme certains lichens (*Xanthoria parietina* Ach., *Diploschistes scruposus* (L.) Norm., *Pertusaria communis* DC., *Parmelia acetabulum* Duby). Il serait parti des spores; mais comme il ne donne

[1]) Jumelle, Recherches physiologiques sur les lichens, Revue générale de Botanique, 4 (1892).

[2]) Tobler, T., Zur Ernährungsphysiologie der Flechten, Ber. d. d. bot. Ges. 29 (1911), 3.

ucun détail de technique, on ne peut s'assurer que les thalles dont parle n'aient pas été des champignons hyphomycètes quelconques.

Partant des recherches de Treboux[1]) dans lesquelles ce dernier montré que plusieurs algues peuvent, dans l'obscurité, utiliser des cides organiques comme source de carbone, il suppose qu'il peut en tre de même chez les gonidies des lichens. Ces dernières vivraient insi en saprophytes sur les hyphes, saprophytes à leur tour.

Une étude critique sur la biologie et la physiologie des gonides es *Cladonia* s'imposait; c'est ce que j'ai entrepris avec l'aide de Mademoiselle Korniloff. Je constate tout d'abord que les gonidies des chens *Cladonia furcata* Ach. et *Cl. pyxidata* Ach. croissent avec une xtrême lenteur sur les milieux agarisés sans sucre. Au contraire addition de glycose accélère excessivement leur vitesse de croissance. Ainsi, tandis que pour *Cystococcus Cladoniae pyxidatae* Chod. sur agar-Detmer 1/3-glycose, en cinq mois, à la lumière, le diamètre des colonies tteint à peine trois millimètres sans sucre, sur le même milieu glycosé, au bout de trois semaines, ces colonies ont déjà cinq millimètres t au bout de trois mois elles forment de gros paquets qui s'élèvent u dessus du substratum. L'addition des acides organiques à la dose de 0,25 % (acétate de potassium, tartrate de potassium, citrate de potassium) ne peut remplacer le glycose. Cependant, à l'obscurité, cette nourriture est un peu assimilée puisqu'au bout de trois mois sur artrate de potassium (*Cystococcus Cladoniae pyxidatae*) la colonie vait atteint 2 mm. A la lumière, le développement n'est presque pas plus fort que sans addition d'acide organique. Ainsi pour ces gonidies les acides organiques sont une très mauvaise source de carbone.

On pourrait se demander si ces gonidies seraient des peptone-algues. Nous avons fait, en lumière et dans l'obscurité, des expériences à partir de combinaisons azotées organiques en comparaison avec des combinaisons inorganiques. Sans nourriture hydrocarbonée es algues végètent pauvrement sur tous les milieux. Nous avons expérimenté en ajoutant l'azote en raison de 0,5% de nitrate de potassium à une solution agarisée contenant la solution Detmer, au 1/3, sans azote. Soit nitrate de potassium 0,5 — nitrite de potassium 0,42 — glycocolle 0,37 — peptone 0.56. Ainsi l'azote organique n'arrive pas à lui seul à exciter au développement rapide et les combinaisons azotées organiques à fournir le carbone nécessaire.

Tout au contraire ces mêmes sources d'azote en combinaison avec le glycose soit pour le glycocolle soit pour la peptone, aux

[1]) Treboux, Organische Säuren als Kohlenstoff-Quelle bei Algen, Ber. d. D. Bot. Ges. XXIII (1905), 432.

mêmes concentrations d'azote, produisent un développement rapide. La colonie s'élève en monticule ridé et rugueux au-dessus du substratum. Les deux races se comportent sensiblement de même. Mais dans l'obscurité le développement est de moitié moins fort. Cette différence est surtout sensible dans la race extraite du *Cl. pyxidata*, mais ce qui est bien significatif c'est que, toutes choses égales d'ailleurs, le nitrate de potassium en lumière ne provoque qu'un développement insignifiant atteignant à peine le quart de celui des cultures sur glycocolle ou peptone; on voit ainsi clairement que les gonidies assimilent d'autant mieux l'azote que ce dernier est en combinaison dans des corps voisins des peptides. Le glycocolle et la peptone sont à peu près équivalents.

La conclusion est donc que, dans ces conditions de culture, les gonidies se comportent réellement comme des algues saprophytes. Il est vrai que la majorité de nos algues en culture pure font de même. Mais c'est sans doute que la plupart sont réellement saprophytes de préférence. Font exception: ***Protococcus viridis*** Ag., *Dictyosphaerium pulchellum* Ehrb., *Oscillatoria amphibia*.

Tout ceci parle en faveur de l'idée que les gonidies des *Cladonia* sont, au moins partiellement, des saprophytes. Faut-il admettre dès lors que les *Cladonia* par leur mycelium pourraient utiliser l'humus sur lequel ces lichens vivent ou les vieux troncs desquels ils tireraient une partie de leur nourriture et que, dans le consortium, les algues trouveraient des matières hydrocarbonées et des peptides à assimiler?

Nous avons vu que la croissance n'est active en milieu agarisé qu'en présence du glycose. Il était intéressant de comparer la valeur nutritive de divers sucres, dans la lumière et dans l'obscurité. Toujours le glycose l'emporte sur le galactose, mais ce dernier vaut le double du saccharose, qui l'emporte à son tour sur le maltose. Dans l'obscurité, sur tous ces milieux, la croissance est beaucoup plus faible, surtout pour les sucres assimilables, glycose et galactose; sur ces milieux la différence peut aller du simple au triple. Il y a encore une notable différence pour ce qui est du saccharose, tandis que le maltose étant très peu assimilé, il n'y a presque pas de différence entre les deux séries d'essais (lumière et obscurité). Il y a là un fait très intéressant, savoir que dans la lumière l'absorption des sucres et leur incorporation se font avec une beaucoup plus grande rapidité. On pourrait objecter à cette conclusion que la différence proviendrait de ce que, à la lumière, il y aurait, en plus, assimilation de l'acide carbonique. Mais cette objection n'est pas valable.[1]) Il suffit de comparer la crois-

[1]) **Charpentier** (Ann. de l'Institut Pasteur, 17 (1903), 369) a montré pour une algue verte (*Cystococcus* sp. non Naeg. non auct.) qu'en présence du glycose la photosynthèse est abolie ou ne joue qu'un rôle insignifiant. Nous avons nous-même fait faire des recherches analogues.

ance des colonies sans sucre et avec sucre pour reconnaître que l'appoint fourni par la photosynthèse, à partir de l'acide carbonique, est minime. On peut aussi s'en convaincre en comparant l'accroissement des colonies sur maltose, sucre peu assimilé, avec celui des colonies sur glycose. Ainsi tout converge vers cette solution que, dans les *Cladonia*, les gonidies sont capables non seulement de prendre l'azote sous une forme organique de préférence, mais que, dans la mesure du possible, le carbone, lui aussi, est pris de préférence à une source hydrocarbonée organique, plus particulièrement au glycose et au galactose.

Ce caractère de saprophyte préférentiel se traduit aussi dans la manière dont ces gonidies se comportent vis-à-vis de la gélatine. Celle-ci est fortement liquéfiée. La croissance sur ce milieu est aussi plus intense dans la lumière que dans l'obscurité. Il faut ajouter à ceci la différence déjà citée entre les mono- et les di-saccharides. Dans la mesure où le sucre est assimilable, la différence est que, sur ce milieu, la croissance est intense, plus intense que sur l'agar aux mêmes concentrations de sucre. L'addition de peptone de 0,2 à 1 °/₀ ne modifie guère la vitesse de croissance; la gélatine à elle seule est une source d'azote suffisante. Ici encore la couleur reste plus verte dans la lumière que dans l'obscurité. Dans l'obscurité, les colonies sont petites, pâles, atteignent à peine le tiers du diamètre de celles qui ont crû à la lumière. Tout au contraire, le nitrite de potassium en lumière empêche le développement, tandis que dans l'obscurité la colonie se développe un peu. Il est donc probable que, dans la lumière, il se forme des acides organiques qui dégagent l'acide nitreux. Nous avons alors comparé la valeur nutritive des nitrates, des nitrites et du chlorure d'ammonium à la dose de 0,1 — 0,2 — 0,5 °/₀ pour 2 °/₀ de glycose additionné au Detmer 1/3 sans azote. Le résultat est que, à toute dose, le nitrite de potassium, dans la lumière, est un poison qui, de bonne heure, pour les concentrations fortes (0,42 °/₀), plus tard pour les concentrations plus faibles, tue la colonie. Dans l'obscurité, les colonies s'accroissent peu, mais elles se maintiennent vivantes.

Le chlorure d'ammonium l'emporte de beaucoup comme source d'azote comparée au nitrate et au nitrite.

Si, maintenant, je compare les résultats obtenus (voir plus loin) à partir des trois catégories de gonidies que j'ai étudiées, celles d'un lichen saxicole, le *Verrucaria nigrescens* Ach., d'un lichen terricole foliacé comme les *Solorina crocea* Ach. et *S. saccata* Ach., et d'un lichen éclectique, mais plutôt terricole et fruticuleux comme *Cladonia pyxidata* Ach. ou *C. furcata* Ach., on verra que chaque type a sa physiologie propre.

1° La gonidie des *Verrucaria*, le *Coccobotrys Verrucariae* ne peut se développer dans l'obscurité ou s'y développe très mal, ce que

peuvent cependant faire les gonidies des *Solorina* quand on les fournit des substances hydrocarbonées. Ceci semble en rapport avec la biologie du lichen *Verrucaria*, lequel est exposé sur son rocher à la lumière directe.

2° Le *Coccobotrys Verrucariae* se décolore rapidement dans la lumière si on lui fournit une réserve sucrée (glycose 2 %), ce qui n'arrive que très tardivement chez *Cystococcus Cladoniae* et chez les *Coccomyxa Solorinae* et cependant, chez les deux derniers, l'assimilation du glycose se fait avec intensité, ce qui est exprimé par les luxuriantes cultures sur agar-glycose comparées à ce qu'elles sont sur agar nutritif sans glycose. On voit clairement par ceci que la gonidie des *Verrucaria*, tout en étant disposée au saprophytisme, en souffre rapidement, qu'elle est construite pour supporter une alimentation moins riche. Ceci correspond bien à son mode de développement sur les rochers et dans la pierre. Pour les deux autres qui, par leur biologie dans un lichen d'humus comme le *Solorina* ou de terre de bruyère ou de terre acide, sont habituellement mises en contact avec un substratum plus riche en matières organiques, le résultat des expériences montre que la nourriture hydrocarbonée et l'azote organique leur conviennent particulièrement.

Il y a dès lors tout un programme d'études à entreprendre sur la physiologie des lichens. Considérés pendant longtemps comme des êtres résultant d'une symbiose mutualiste, l'algue fournissant le carbone et le mycète des sels et l'eau, on les a aussi plus tard supposés constituer une symbiose imparfaite, dans laquelle l'algue fournirait peu de chose et vivrait plus ou moins en saprophyte sur un saprophyte proprement dit. Malheureusement, les raisons données par M. Tobler à l'appui de cette théorie ne sont pas suffisantes. Ce sont des suggestions qui n'ont pas été vérifiées à propos de cultures contrôlables. On peut cependant, de ces observations, retenir ceci, c'est que lui-même et divers auteurs ont réussi à cultiver de petits thalles de lichen en saprophytisme. Je laisse de côté comme inutile la discussion sur les essais de synthèses supposées qui, fussent-elles prouvées, ne signifieraient rien pour la résolution des problèmes précis qui doivent être soulevés. La question précise est en effet de savoir si, dans le consortium du lichen, l'algue assimile normalement ou si, dans ce consortium, elle trouve seulement un asile; si elle s'y comporte comme les algues épiphylles ou épiphytes dont il a déjà été question, c'est-à-dire en saprophyte facultatif et même préférentiel. Mais tout cela est affaire non de raisonnement, mais d'expérimentation. Si tel était le cas, il faudrait alors se demander quel pourrait être le rôle de l'algue dans le lichen, dans le consortium! On pourrait supposer que le lichen

prophyte fonctionnerait, à la façon d'une éponge par sa capillarité aussi par son pouvoir osmotique, pour absorber les extraits d'hums ou d'écorce; il aurait le pouvoir d'en élaborer une partie. Mais lgue, la gonidie, par sa chlorophylle, dans la lumière, serait capable élaborer, à partir de ces sèves brutes, des matières utilisables par mycète. Il faudrait examiner aussi la rapidité de croissance du chen. On trouverait sans doute que la lenteur de croissance bien onnue de ces plantes est en rapport avec la nutrition mauvaise et peu bondante. Voici quelques considérations qui feraient douter du pouoir intense d'assimilation des gonidies en ce qui concerne l'anhydride rbonique. Sont-elles réellement capables non seulement de s'assurer nsi la nourriture hydrocarbonée nécessaire, mais aussi de transmettre excès du sucre fabriqué au mycète incolore?

Les gonidies des lichens cultivées sur des milieux inorganiques e multiplient très lentement; elles assimilent donc très peu; elles ne oisonnent qu'en présence de matières hydrocarbonées assimilables, lycose, galactose, glycose-peptone. Pour comprendre que, dans le onsortium, les gonidies auraient un effet nutritif important, il faudrait upposer, ce qui n'est pas encore prouvé, qu'en consortium, sous l'excitaon du mycète-lichen les gonidies, élaboreraient par photosynthèse, des ubstances hydrocarbonées en excès et abandonneraient la majeure artie de ces réserves au mycélium incolore, lequel, vis-à-vis de la lante verte se comporterait comme un parasite. Ce serait la théorie lassique de la symbiose. Mais elle n'est pas plus prouvée que la héorie qui admet, en dehors de la photosynthèse, la participation es cellules vertes à l'élaboration des matières absorbées par le myète en raison de son saprophytisme sur le substratum.

Cette théorie de l'intervention des gonidies comme cellules saophytes peut trouver aussi un appui dans le fait qu'elles présentent n caractère nettement saprophyte sur milieux agarisés. Les algues non prophytes, comme le *Protococcus viridis* Ag. (*Pleurococcus Naelii* Chod.), le *Monodus ovalis* Chod., le *Dictyosphaerium pulhellum* Ehrb., l'*Oscillatoria amphibia*, sont à peine avantagées par addition des sucres. Même l'*Oscillatoria amphibia*, ne peut se dévepper si on lui offre du glycose. Ce n'est donc pas un caractère général des algues en culture pure de préférer la nourriture organique ydrocarbonée à l'acide carbonique.

Sachant que les gonidies des lichens ont une préférence si maruée pour une nourriture organique et que, sur les milieux purement inéraux leur croissance est si lente, il y a lieu de prouver qu'en ymbiose ou en consortium elles peuvent assimiler en excès l'acide rbonique au profit du mycète-lichen; la théorie qui fait des lichens

des plantes autophytes à système assimilateur, comparable aux appa chlorophyllés des plantes supérieures demande à être vérifiée p des expérieures décisives!

Comme on le voit, il y a là des problèmes intéressants à résoudre il me suffit pour le moment d'avoir montré sur quelle faible bas expérimentale repose toute la théorie physiologique de la symbio mutualiste des lichens. N'oublions pas en effet que les lichens o des rhizoïdes et que leur biologie serait bien incompréhensible sa la supposition qu'au moyen des rhizoïdes la sève brute minérale e absorbée à leur profit. Faut-il dès lors supposer que cette sève contiendrait que des sels minéraux et que le mycète renoncerait se comporter comme ceux de sa race, c'est-à-dire comme un cha pignon? Cela est peu probable. Tout ce qu'on peut dire c'est que système des rhizoïdes étant peu développé, la croissance du lichen peut être que lente. J'essayerai dans un avenir que j'espère p éloigné de résoudre expérimentalement cette intéressante question.

Les gonidies du *Cl. furcata* Ach. (n° 60) et du *Cl. pyxida* Ach. (n° 63) paraissent identiques sous le microscope. Leurs cellu sur milieux sucrés et sur milieux sucre et peptone sont en moyen plus grandes que dans les lichens auxquels elles appartiennent. S sur les milieux sucrés, soit sur les milieux glycose et peptone chromatophore reste visible et garde la même apparence que da le lichen (fig. 163—166). Grâce à la production abondante des spo il y a dans les cultures des cellules de dimension très variée. Il forme parfois même d'immenses sporanges, surtout sur les milieux suc (fig. 166). Le nombre des spores varie de 2 à 32 et s'élève mê beaucoup plus haut. Le plus souvent ces spores sont uniformes ma on trouve aussi des sporanges à spores très inégales. Je n'ai cep dant jamais rencontré de vrai cloisonnement. La position des spo dans le sporange et leur persistance en tétraèdre plus ou mo persistant comme cela a lieu dans le *Cystococcus maximus* Chod. se rencontre qu'excessivement rarement. Les zoosporanges sont car térisés par la disparition des pyrénoïdes au cours de leur maturat et par les granulations fines de leur contenu. Les zoospores petites, sont pâles et très fragiles. Je n'ai pas trouvé de gamètes.

Comme il a été dit plus haut, je n'ai pas su trouver de di rence morphologique essentielle entre les gonidies du *Cladon pyxidata* et celles du *Cladonia furcata*. (Fig. 163 et fig. 144—1 Peut-être celles du *C. pyxidata* se montrent-elles un peu plus irré lières. Dans le lichen il s'en faut de beaucoup que les gonidies so toutes sphériques. Leur dimension varie aussi beaucoup. On com dès lors qu'il soit difficile de décrire les différences morphologiq

qui sépareraient les deux races, s'il en est d'essentielles. En effet l'amplitude de variation est si grande qu'on ne sait comment saisir un caractère différentiel.

J'ai obtenu aussi (n° 129 de la Collection) une seconde gonidie du *Cl. fimbriata* Ach., mais comme je n'ai pu encore la cultiver d'une manière comparative avec la suivante; je ne saurais dire si elle constitue ou non une race spéciale. D'autre part j'ai réussi par un nouveau triage à isoler des gonidies du *Cladonia pyxidata* provenant d'une autre localité (n° 106). Ici les cellules sont plus irrégulièrement arrondies que dans le n° 63 (fig. 165–166). Il y a probablement plusieurs espèces élémentaires de gonidies de ce type!

Cystococcus irregularis Chod. (nov. spec.).

Cette espèce isolée de *Cladonia fimbriata* Ach. (n° 105 de la Collection) se marque particulièrement par l'irrégularité des cellules lesquelles sont moins uniformément arrondies. Il y a dans des cultures beaucoup de cellules pyriformes, ellipsoïdes. Le chromatophore étoilé est assez irrégulier. La multiplication s'y fait par spores de grandeur variable peu nombreuses ou très nombreuses; les dimensions observées sont 5,5–15 μ. (fig. 167).

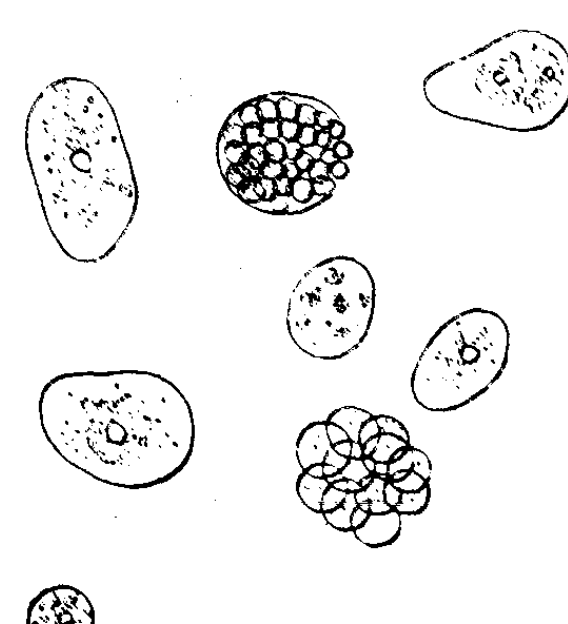


Fig. 167. *Cystococcus irregularis* (gonidie du *Cladonia fimbriata*). Voir la grande irrégularité des cellules isolées; groupe de spores. 800 ⨯.

Les colonies sur agar-glycose, au bout de trois mois sont comme des peaux ridées, chagrinées, d'un vert peu foncé. Comparées à celles du *Cystococcus Cladoniae* Chod., dans le même temps et dans les mêmes conditions, elles en diffèrent très nettement par le fait que tandis que les autres forment des monticules profondément sillonés à grosses nervures, celles-ci sont en peaux qui s'étendent latéralement et dont le centre seulement se plisse et se ride irrégulièrement. Leur couleur est aussi moins foncée. Il s'agit certainement d'un type bien distinct.

Ces *Cystococcus* semblent donc constituer des races ou espèces assez nombreuses. Il y a beaucoup de lichens qui portent des gonidies de ce type. Ainsi par exemple les *Toninia* que j'ai examinés plus particulièrement (fig. 162). A mesure qu'on avancera on trouvera de nouvelles espèces de *Cystococcus*. Une question intéressante serait de savoir si à chaque différence dans la gonidie correspond une autre symbiose, un autre consortium; si par exemple les *Cystococcus* des

Cladonia pourraient être gonidies de *Toninia* et vice versa. Quoi qu'e disent les traités de botanique, ce point n'est pas résolu. J'ai déjà obte deux races distinctes extraites du *Cl. pyxidata*. On verra plus lo qu'il est d'autres *Cystococcus* qui vivent en épiphytes. Peut-être l gonidies de certains lichen occasionnellement épiphyt sur d'autres lichens so triées lorsqu'on cherche obtenir les gonidies spéci fiques de ces derniers, ain *Cystococcus cohaerens* Chod. *C. maximus* Chod. dont il v être question ci-après. Rap pellons d'ailleurs toute l'in certitude qui règne dans l systématique des espèces d lichens et plus particuliè rement des espèces de *Cladon* dont le polymorphisme est excessif. Il y a là, au point de vue expéri mental, tout un programme à exécuter.

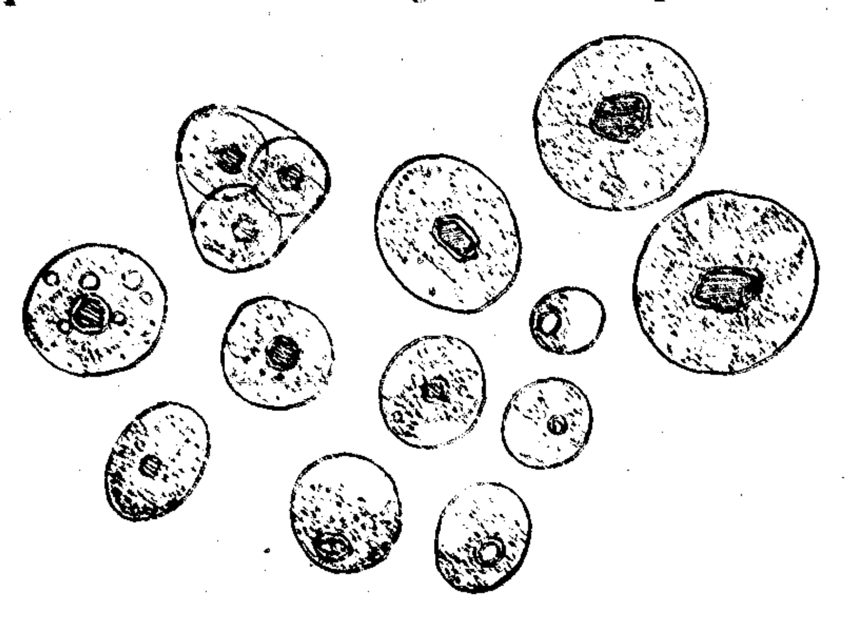


Fig. 168. *Cystococcus cohaerens* Chod. Cellules isolées. Culture sur agar-glycose. 1500—1800 ×.

Cystococcus cohaerens Chod. (nov. spec.).

Cette espèce (nº 103 de la Collection) a été isolée par moi à part d'un triage qui avait pour but d'obtenir les gonidies du lichen *Verruca myriocarpa* Hepp., dont les cellules vertes appartiennent au genr *Coccobotrys* Chod. Elle diffère des deux *Cystococcus Cladoniae* I et I par ses cellules en moyenne plu petites et surtout par le fait qu les cellules mères restent singu lièrement cohérentes même apr l'émission des spores. Sur l milieu agar-glycose la cultu s'étend en formant une pe épaisse qu'il est difficile de bris au moyen du fil de platine (fig. 3 Pl. IX). Le chromatophore e en plaque centrale, échancr d'un côté, découpée au bord p des incisions profondes. Le pyrénoïde est gros; il y a parfois plusieu pyrénoïdes. Les dimensions sont pour les plus grosses cellules 8 10/10, 4/4, 2/2 μ (fig. 168—170).

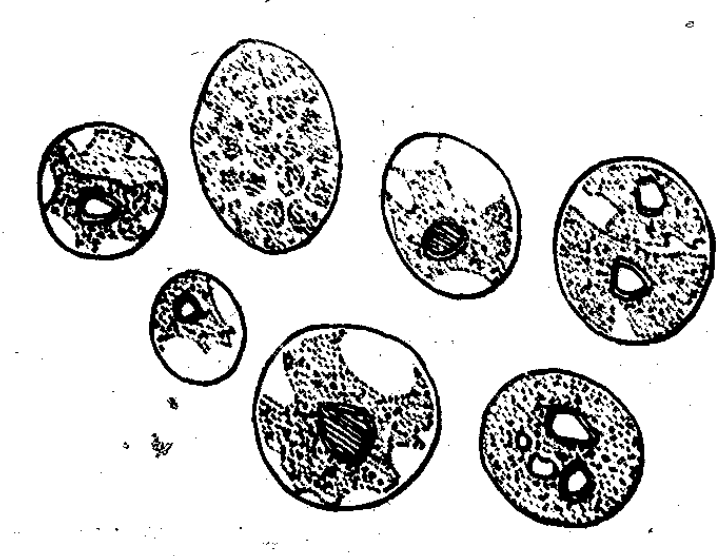


Fig. 169. *Cystococcus cohaerens* Chod. Comme fig. 168.

Les zoospores qui se forment nombreuses dans de grosses cellules (zoosporanges) arrondies sont pâles, en forme de spatule, élargies en arrière et aplaties de telle façon que vues de face elles paraissent oblongues ovales, apiculées et, de profil, linéaires un peu courbées. Le chromatophore de couleur pâle est situé en arrière; il est en forme de petite plaque; les deux cils sont égaux (fig. 170). Comparé au *Cystococcus Cladoniae pyxidatae* (nº 106 de la Collection) le *Cystococcus cohaerens* Chod. en diffère essentiellement par la compacité des cultures, qui forment sur agar-glycose des croûtes lesquelles s'étendent se festonnant et relevant un peu les bords de leur thalle, qui est déprimé et brillant, tandis que dans l'autre espèce les colonies sont irrégulières, dressées, granuleuses non brillantes et les cellules sporanges non cohérentes.

Au microscope, au bout du même temps et sur le même milieu, les cellules du *C. cohaerens* Chod. sont en moyenne deux fois plus petites que celles du *C. Cladoniae pyxidatae* (106) soit que ses sporanges se vident plus facilement soit que sur ce milieu les spores se forment plus rapidement.



Fig. 170. *Cystococcus cohaerens* Chod. On voit les cellules qui restent plus ou moins unies par les membranes; spores variées; petits groupes pleurococcoïdes; cellules munies d'un processus, commencement de filament! 800 ⟍.

Cystococcus maximus Chod. (nov. spec.).

Isolé d'un triage de gonidies du *Verrucaria purpurascens* DC. le *Cystococcus* qui est accidentellement épiphyte sur ce lichen se fait

remarquer par la grosseur de ses cellules, par la formation abondante de groupes botryoïdes de cellules du type décrit précédemment pour le *Pleurococcus vulgaris* (fig. 171 et 172). L'étude détaillée de cette forme isolée récemment sera faite ultérieurement; elle produit assez facilement des zoospores. Les colonies sur agar-glycose atteignent au bout de trois mois 8 mm au plus de diamètre. Elles ne forment pas comme celles du *C. Cladoniae* Chod. des monticules profondément et grossièrement vidés, ni des peaux ridées, comme le *C. cohaerens* Chod. ou le *C. irregularis* Chod., mais des boutons un peu irréguliers qui s'élèvent au-dessus du substratum, à éclat humide et à surface chagrinée; ainsi chaque espèce a sa morphologie coloniale, sociale particulière. Mais comme l'examen des gonidies «in situ» indique pour le *Verrucaria purpurascens* DC. des cellules qui appartiennent certainement au genre *Coccobotrys*, il faut supposer que ce *Cystococcus* ou bien vit en épiphyte ou bien est échappé d'une symbiose lichénique à déterminer. Dimensions: 22/22, 22/25, 26/26 μ; groupes pleurococcoïdes: 30/35, 30/30 μ etc.

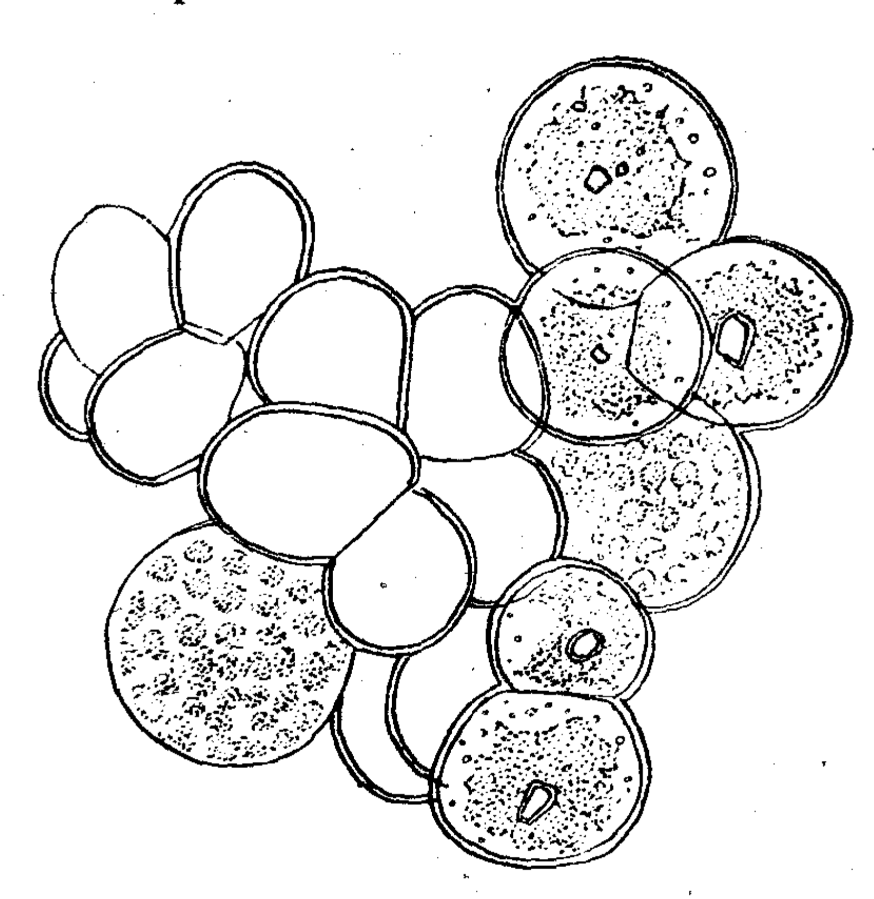


Fig. 171. *Cystococcus maximus* Chod. Groupes pleurococcoïdes. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

Chlorococcum Fries. [1]

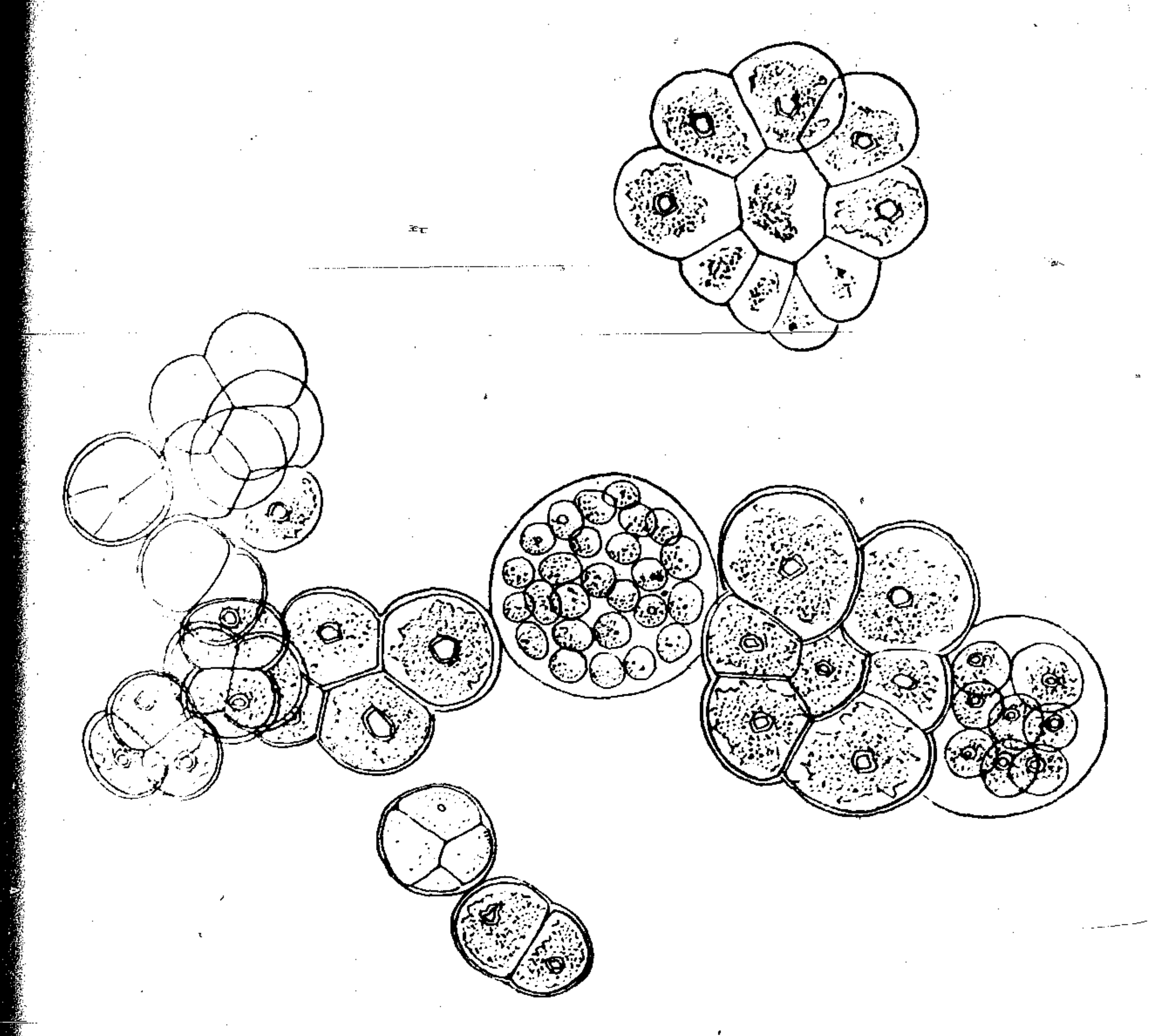
Ce genre a été compris bien différemment par les divers algologues. Je l'ai retenu dans le sens que lui a donné Artari dans son Mémoire intitulé «Untersuchungen über die Entwicklung und Systematik einiger Protococcoiden».

Cet auteur a en particulier décrit sous le nom de *Chlorococcum infusionum* Menegh., une plante déjà étudiée par Famintzin[2]). C'est un genre de Cystosporées à zoospores biciliées, qui ne diffère du genre *Cystococcus* que par son chromatophore qui n'est pas en étoile mais qui, dans des cellules arrondies, forme une espèce de cloche. Artari

[1]) Fries, E. Systema orbis vegetabilis, Pars I. Lund (1825), 356.

[2]) Famintzin, Die anorganischen Salze, Mélanges biologiques, St-Petersbourg. 7 (1871).

fait du *Chl.* ***infusionum*** **Menegh. une bonne monographie. Si je** e suis pas cet **auteur en dénommant ma plante de la même façon**



ig. 172. *Cystococcus* ***maximus*** Chod. Groupes pleurococcoïdes et célastroïdes. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

ue lui, c'est **que la multiplication par zoospores très nombreuses** emble mieux **marquée dans sa plante que dans la mienne.**

Chlorococcum viscosum Chod. (nov. spec.).

Cette **espèce en culture pure (n° 88 et n° 94 de la Collection),** ur agar-glycose, **forme au bout de peu de temps des disques qui** étendent rapidement **en prenant une consistance et un aspect visqueux.**

En deux **ou trois mois le diamètre de ces cultures atteint 4 à** cm. **La couleur verte reste sans changement notable. Les cellules** e présentent **sous une forme arrondie ou ellipsoïde (fig. 176); le contenu** e divise par **bipartition successive en deux à huit zoospores. Quand** y en a deux, **ces dernières sont ordinairement allongées et disposées** n sens contraire. **Le chromatophore est en plaque pariétale et possède** n gros pyrénoïde. **Chaque zoospore (fig. 177) est oblongue et présente** n stigma **allongé situé vers le quart antérieur du corps. Elle n'est pas**

apiculée; les cils sont insérés sur une extrémité subobtuse. Le chromatophore y est en plaque latérale repliée; on y découvre un pyrénoïde qui n'est pas toujours très distinct. Les cils sont souvent un peu plus longs que le corps. Lorsque les cellules quiescentes s'agglomèrent en un point elles deviennent polyédriques par compression. Avec l'âge, sur des milieux sucrés, la membrane s'épaissit. Il faut surtout remarquer la facilité avec laquelle les cellules quittent leur enveloppe soit comme zoospores soit comme cellule renouvelée. Quand on examine cette plante au microscope on trouve parmi les cellules vertes des milliers de membranes vidées percées d'un trou ou d'une large fente. D'une manière générale cette espèce (fig. 173—177) correspond d'une manière satisfaisante à la description que donne Artari du *Chlorococcum infusionum*. Mais je n'oserais identifier. Car outre les différences déjà indiquées il n'est pas certain qu'en culture pure l'espèce d'Artari se comporterait comme la nôtre.

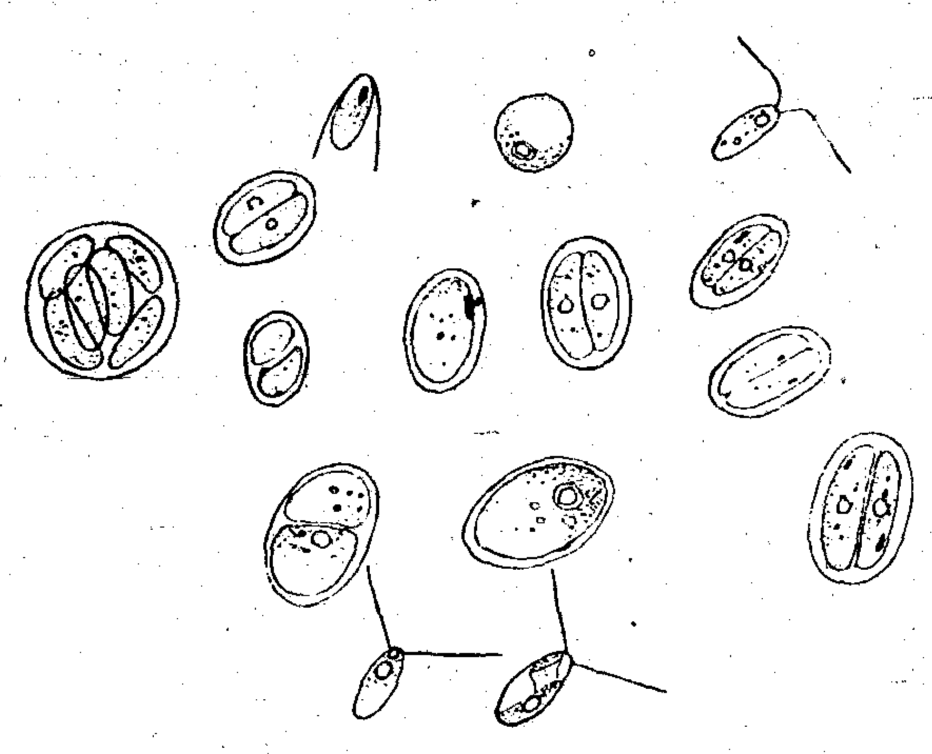


Fig. 173. *Chlorococcum viscosum* Chod. Cellules isolées et zoosporulation. On voit le stigma indiqué en noir.

Artari a reconnu pour son espèce, étudiée en culture non purifiée, que les solutions nutritives plus concentrées que 1% ne fournissent que peu ou pas de zoospores et produisent surtout des aplanospores.

Fig. 174. *Chlorococcum viscosum* Chod. Zoosporanges à zoospores multiples.

Notre espèce supporte bien un milieu glycosé et l'addition de peptone lui permet un très fort développement. Avec le temps, par exemple au bout de trois à quatre mois, les colonies sur agar-glycose ont pris un diamètre de 2 cm. Leur surface s'est un peu ridée et leur reflet brillant du début a diminué, mais la coloration reste verte, d'un vert assez foncé. Sur agar-glycose-peptone, dans les mêmes conditions

les colonies se sont tellement étendues qu'elles remplissent tout le flacon; elles couvrent la surface de l'agar d'une croûte épaisse, à bords légèrement visqueux, mais à surface plus ou moins desséchée, granuleuse et faiblement ridée. C'est de toutes les Cystosporées que j'ai en culture la plus robuste en présence du sucre et du peptone. A ce propos, remarquons que ce n'est pas seulement la composition du milieu qui influe sur la vitesse de croissance. L'arrêt dans le développement des colonies, constaté pour beaucoup d'espèces au bout d'un à deux mois, sur milieux solidifiés au moyen de la gélose (agar-agar), n'est pas dû essentiellement à un épuisement rapide de la nourriture contenue dans le milieu de culture, mais doit être ramené aux facteurs suivants: 1° le coefficient spécifique de la vitesse du développement. Chaque espèce a un coefficient propre et qui détermine sa vigueur; 2° le rapport qui existe entre cette vitesse et le changement du milieu (évaporation de l'eau du milieu; excrétion de substances particulières fournies par l'algue dans le milieu); 3° le mode de propagation de l'espèce. Les algues possédant des zoospores, se déplacent plus facilement hors des limites coloniales que les spores ou autospores passives.

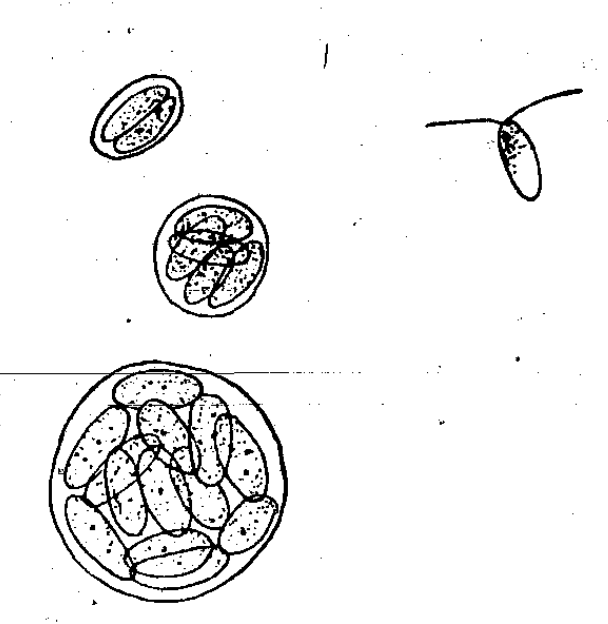


Fig. 175. *Chlorococcum viscosum* Chod. Comme fig. 174. 800 ×.

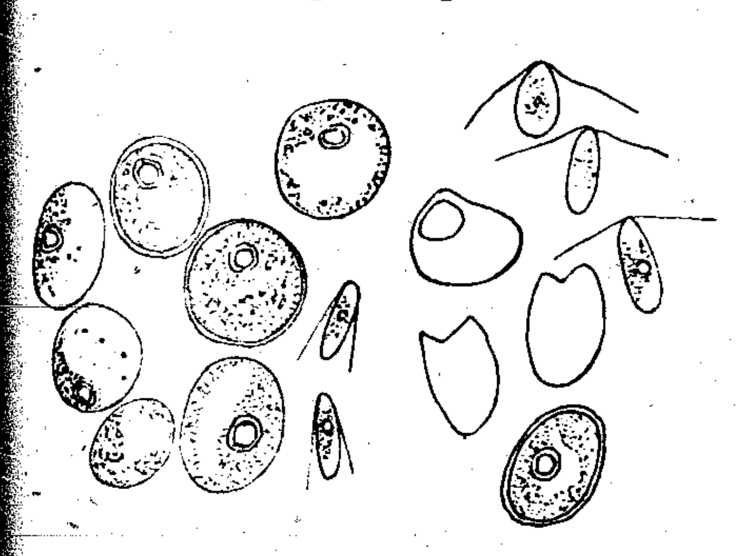


Fig. 176. *Chlorococcum viscosum* Chod. Cellules isolées et zoosporulation.

Quant à la colonie sur gélatine sucrée, elle présente une curieuse morphologie. Il se forme au début un disque brillant un peu déprimé au centre, ce qui indique une légère tendance à la liquéfaction. Mais cette liquéfaction est si lente qu'elle ne se manifeste que par un ramollissement. Finalement, tout autour de la dépression, il se forme, au bout de quatre à cinq mois, une zone cratériforme à côtes très caractéristiques. Ces colonies sur gélatine



Fig. 177. *Chlorococcum viscosum* Chod. Zoospores. 1500 ×.

ne s'étendent point comme elles le font sur milieu agar-glycose-peptone. Ainsi, la morphologie de la colonie dépend ici clairement du milieu de culture et du mode d'inoculation. Il ne faudrait cependant pas exagérer l'influence des zoospores et poser comme principe que partout où ces dernières se formeraient, la colonie s'étendrait comme un enduit continu sur tout le milieu de culture; ainsi, pour certaines espèces

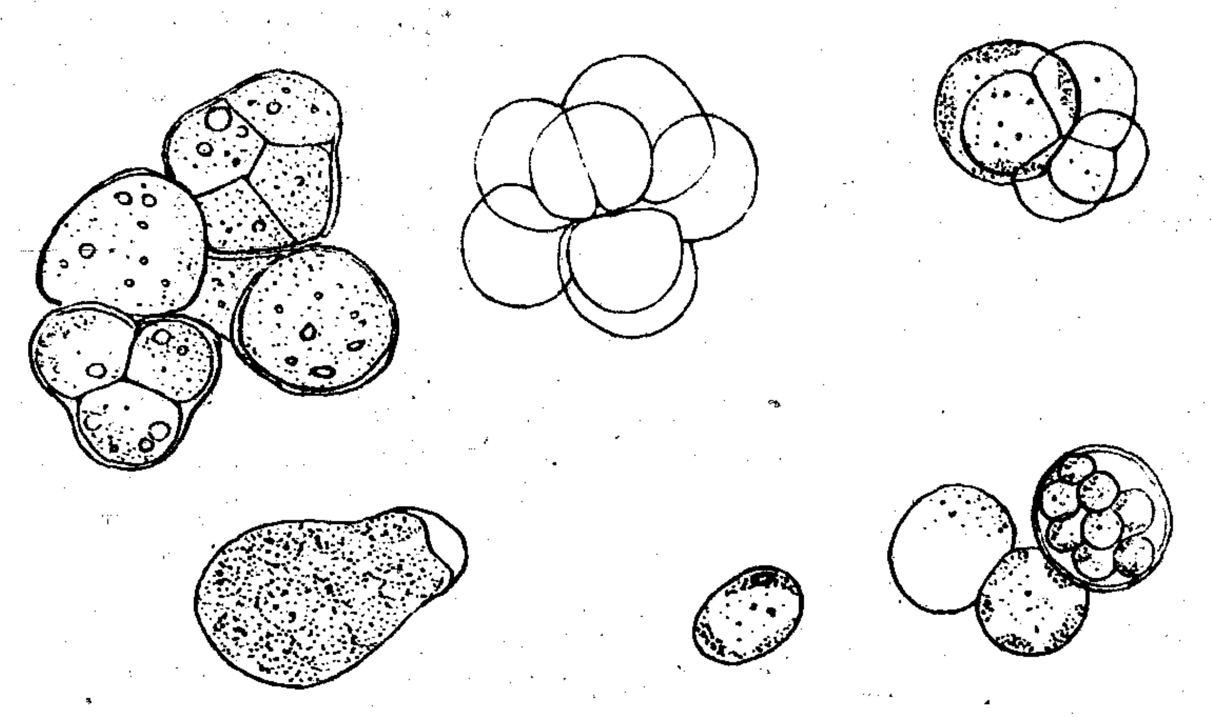


Fig. 178. *Dictyococcus gametifer* Chod. Groupes botryoïdes et préparation à la sporulation. Culture agar. 800 ×.

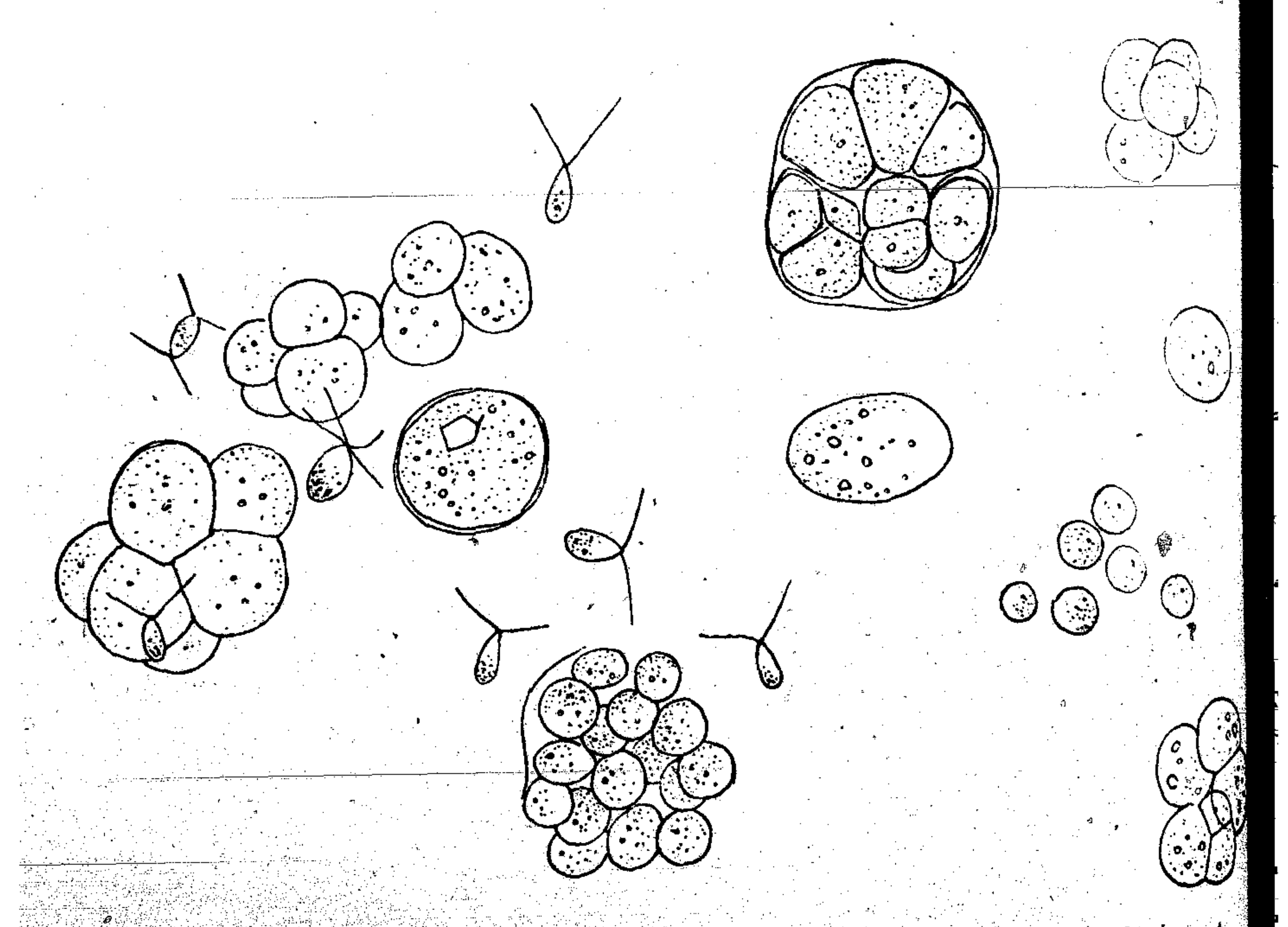


Fig. 179. *Dictyococcus gametifer* Chod. Cénobes botryoïdes; sporulation et spores qui restent adhérentes en cénobes. 800 ×.

qui forment des zoospores sur milieux peptonisés, comme le *Microthamnion confervicolum* Naeg., il y a cependant rapidement arrêt du développement de la colonie. Chez les *Cystococcus* également munis de zoospores, la colonie, au lieu de s'étendre, s'élève en monticule ridé au-dessus du substratum, etc., etc.

Dictyococcus gametifer Chod. (nov. spec.).

J'attribue au genre *Dictyococcus* Gerneck la curieuse algue (n° 120 de la Collection) que je vais décrire. Elle a été extraite d'un triage organisé en vue d'obtenir les gonidies du *Collema pulposum* Schaer., lichen provenant du Petit-Salève près de Genève.

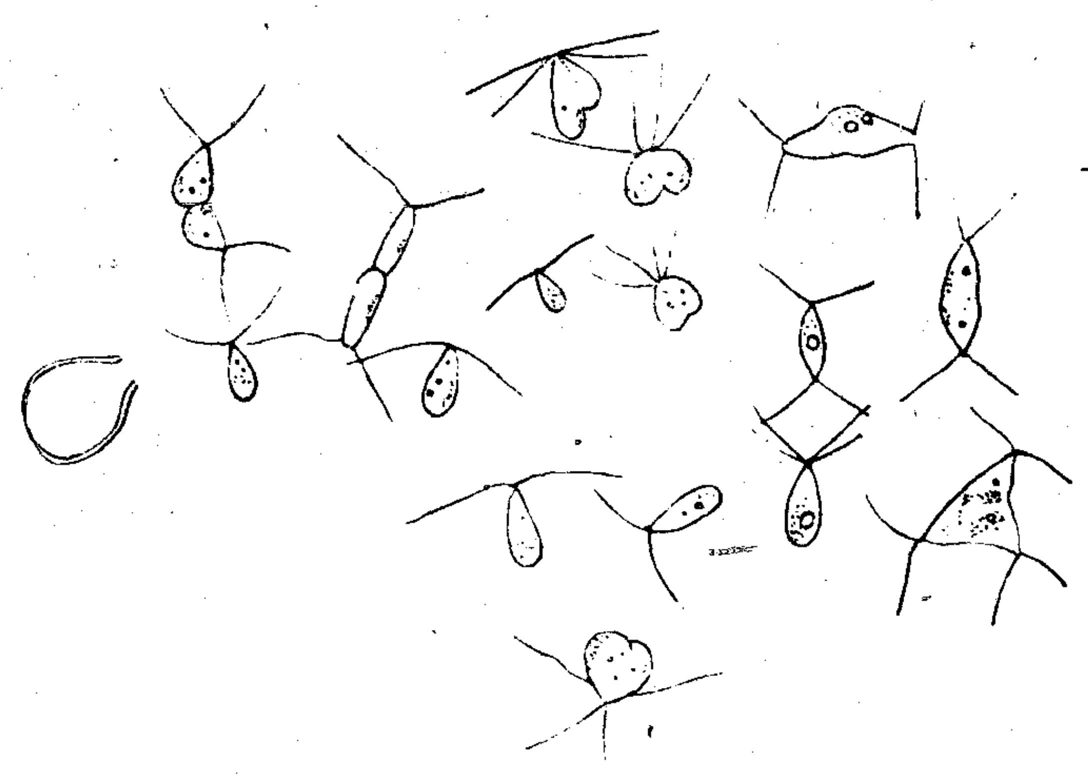


Fig. 180. *Dictyococcus gametifer* Chod. Sporange vide et amphimixie. 900 ×.

Elle forme sur gélatine sucrée ou gélatine-glycose des colonies qui s'élèvent au-dessus du substratum sous forme de petites montagnes coniques, à surface pulvérulente d'un vert gai ou qui prennent l'apparence de petits choux-fleurs de 3 mm de hauteur. La gélatine n'est pas liquéfiée. Sur agar simple il se forme des enduits brillants, vert clair. Sur agar-glycose les monticules ressemblent à ceux qu'on obtient sur gélatine, ils sont grumeleux et parsemés de granulations assez grosses; au bout de trois mois, les colonies qui ont atteint 4 à 5 mm de diamètre et 3 mm de hauteur, sont d'un vert assez foncé.

Les cellules arrondies se divisent en croix et les cellules filles s'isolent à la façon des spores d'un *Coelastrum;* parfois chacune des quatre cellules se divise à son tour en tétraèdre et le tout reste groupé en glomérule botryoïde irrégulier. (fig. 178.) Certaines cellules s'allongent en un court processus ovoïde ou conique ou brièvement

cylindrique. On rencontre beaucoup de ces tétraèdres pleurococcoïdes. Tout aussi souvent le contenu se divise en produisant des spores égales ou inégales, arrondies ou irrégulières. (fig. 178—179.) Ces spores sont au nombre de deux, de quatre ou plus nombreuses. La membrane de la cellule mère ne les retient que faiblement et le simple transport dans l'eau fait éclater les sporanges et disperser les cellules. Parfois aussi les spores de la cellule mère grossie s'enveloppent d'une membrane ferme et se comportent de même; alors les produits de la division inégalement comprimés constituent un pseudo-parenchyme dans les cellules mères de premier ordre et de second ordre.

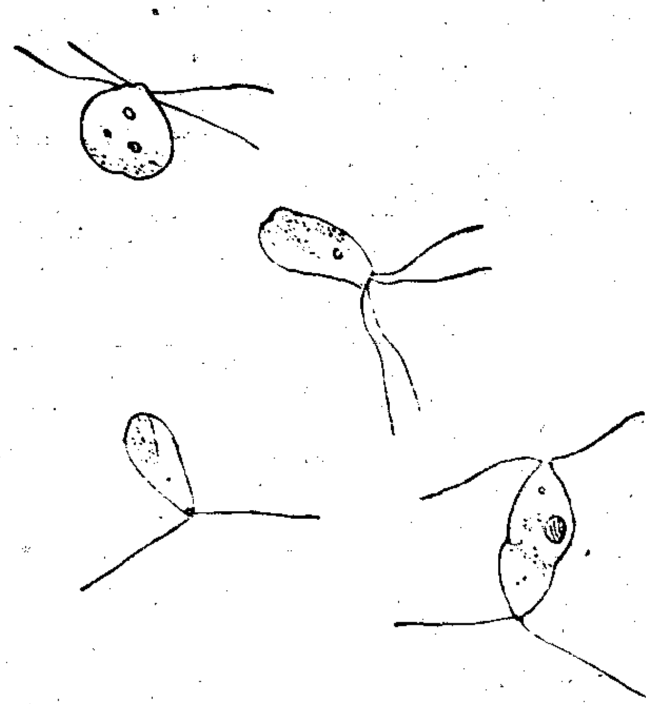


Fig. 181. *Dictyococcus gametifer* Chod. Gamètes; fusion d'isogamètes; zygozoospore.

Dans chaque cellule il y a un chromatophore en cloche pariétale ou, lors de la multiplication, plusieurs plaques pariétales. Le pyrénoïde est indistinct, mais l'amidon ne manque pas; il y a ordinairement beaucoup de granulations d'amidon

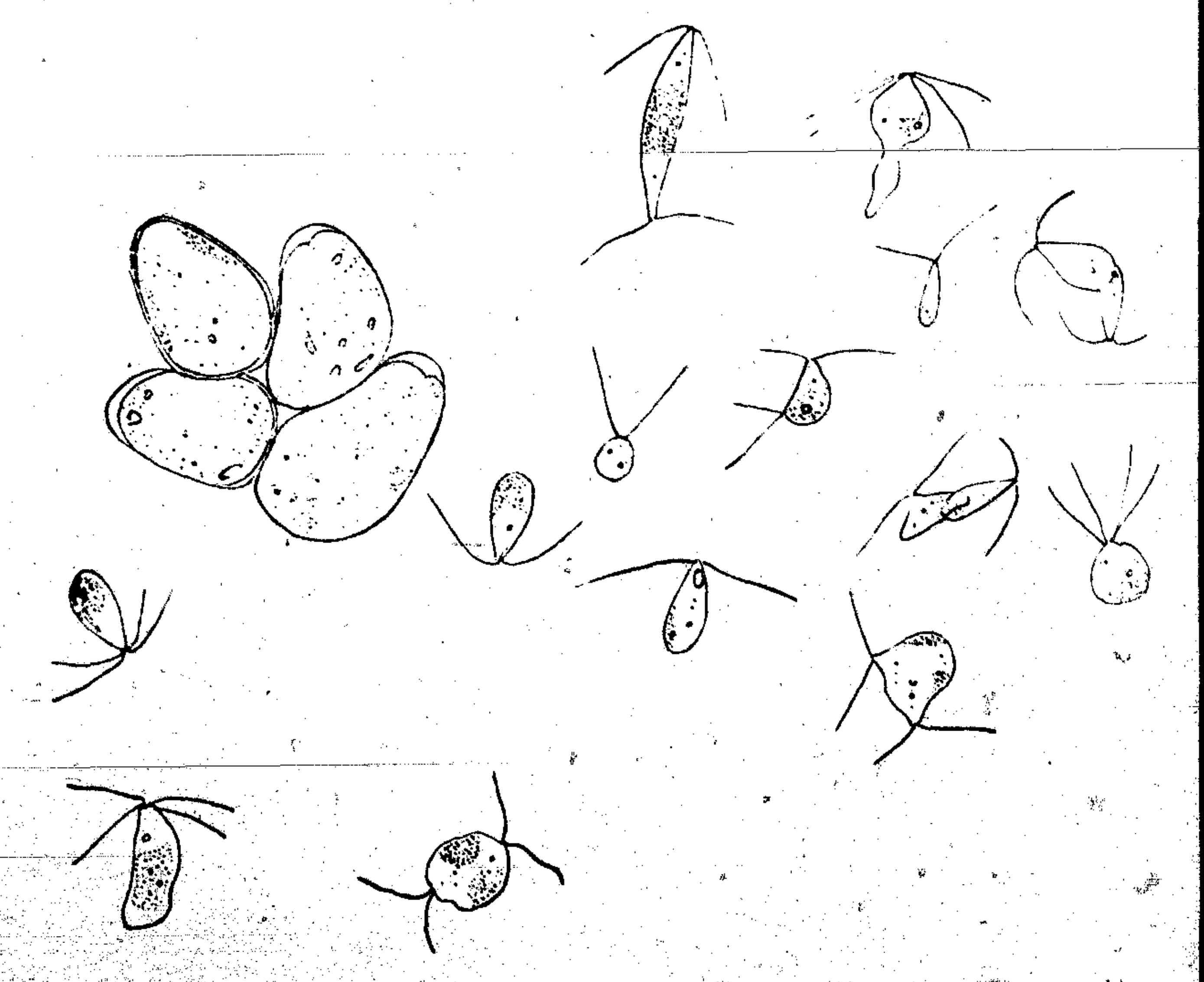


Fig. 182. ***Dictyococcus gametifer*** **Chod. Cénobe; gamètes, isogamètes et amphimixie.**

parses et inégales qui simulent des pyrénoïdes. Il y a aussi du lycogène. La membrane cellulaire reste ordinairement assez mince; lle s'épaissit souvent d'un côté en se gélifiant plus ou moins. (fig. 82.) Les cellules qui se préparent à produire des zoospores ou des

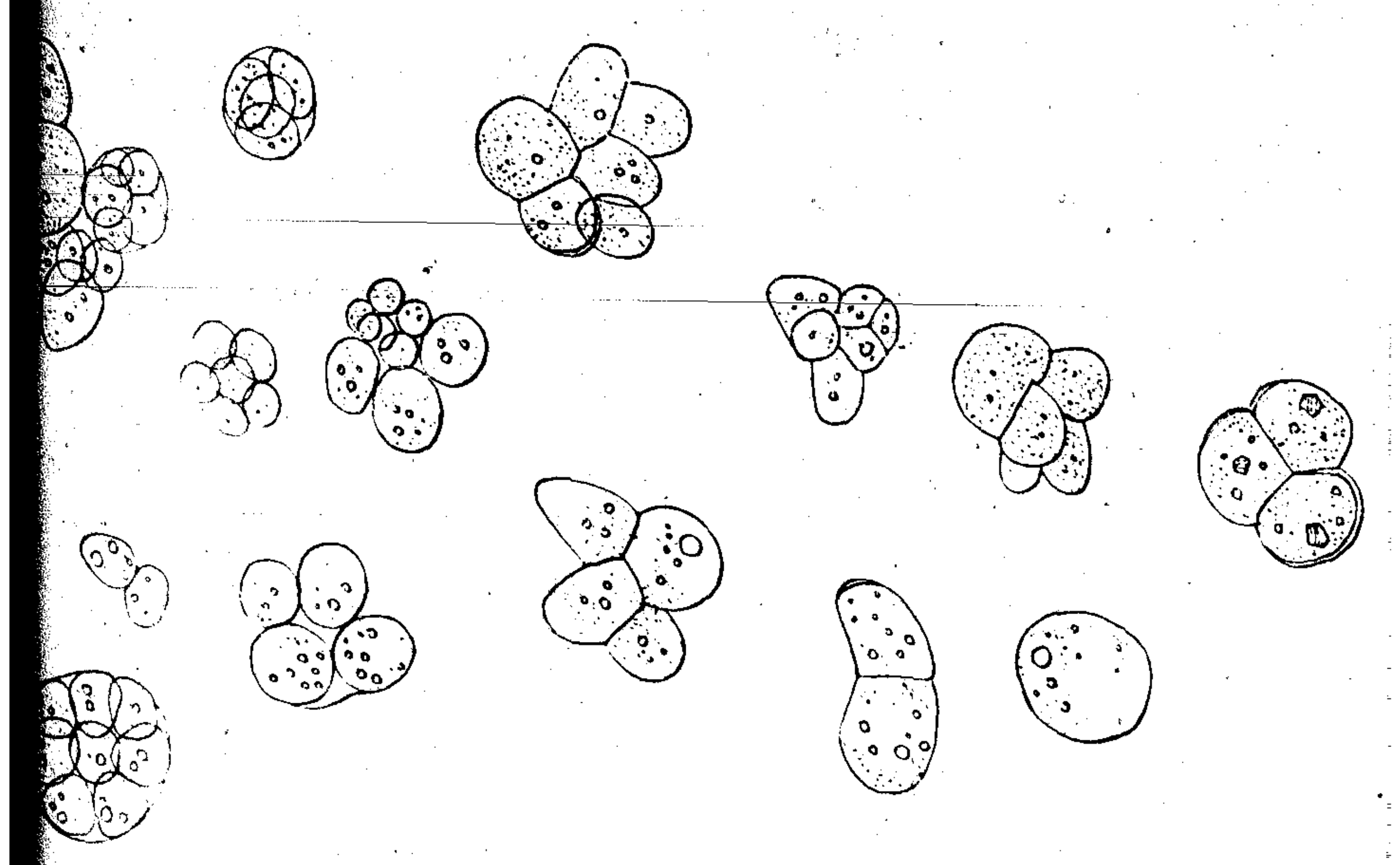


Fig. 183. *Dictyococcus gametifer* Chod. Cénobes pleurococcoïdes célastroïdes et sporulation irrégulière. Culture sur agar-glycose. 800 ×.

amètes deviennent finement granulées; il y a dans une cellule mère eaucoup de gamètes. Transportées dans l'eau, ces cellules éclatent et issent sortir les cellules germes qui divergent aussitôt, mais qui bientôt e rapprochent. (fig. 179—182.) Les gamètes qui entrent ensuite en usion sont ordinairement identiques de forme et d'apparence; mais convient de remarquer que la forme es gamètes varie beaucoup, les uns ont plus ovales, les autres plus ellipques ou fusiformes. Chacun d'eux possède deux cils égaux. Ce n'est que rarement que j'ai cru reconnaitre un stigma. eur chromatophore est de couleur âle, en plaque pariétale et ordinairement placé à l'arrière; les cils sont us courts que le corps ou parfois un u plus longs que le corps. Pendant marche, ils sont divergents. Les amètes qui se rencontrent s'unissent latéralement ou par leur gros out à l'arrière. Ils cheminent ainsi pendant un certain temps et la

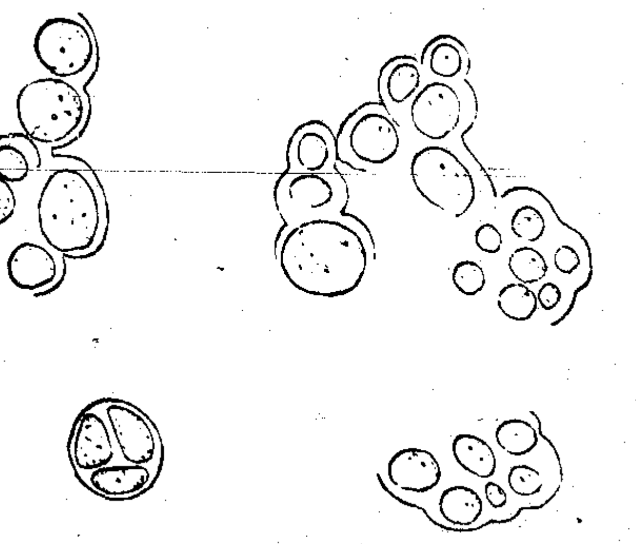


Fig. 184. *Coccobotrys Verrucariae* Chod. (gonidies in situ). 800 ×.

zoozygospore a l'apparence curieuse figurée. Mais peu à peu la fusion s'opère et la zygospore finit par avoir ramené ses 4 cils du même côté. Elle chemine ainsi assez longtemps, un quart d'heure par exemple et finit par s'arrondir. J'ai plusieurs fois observé toutes les

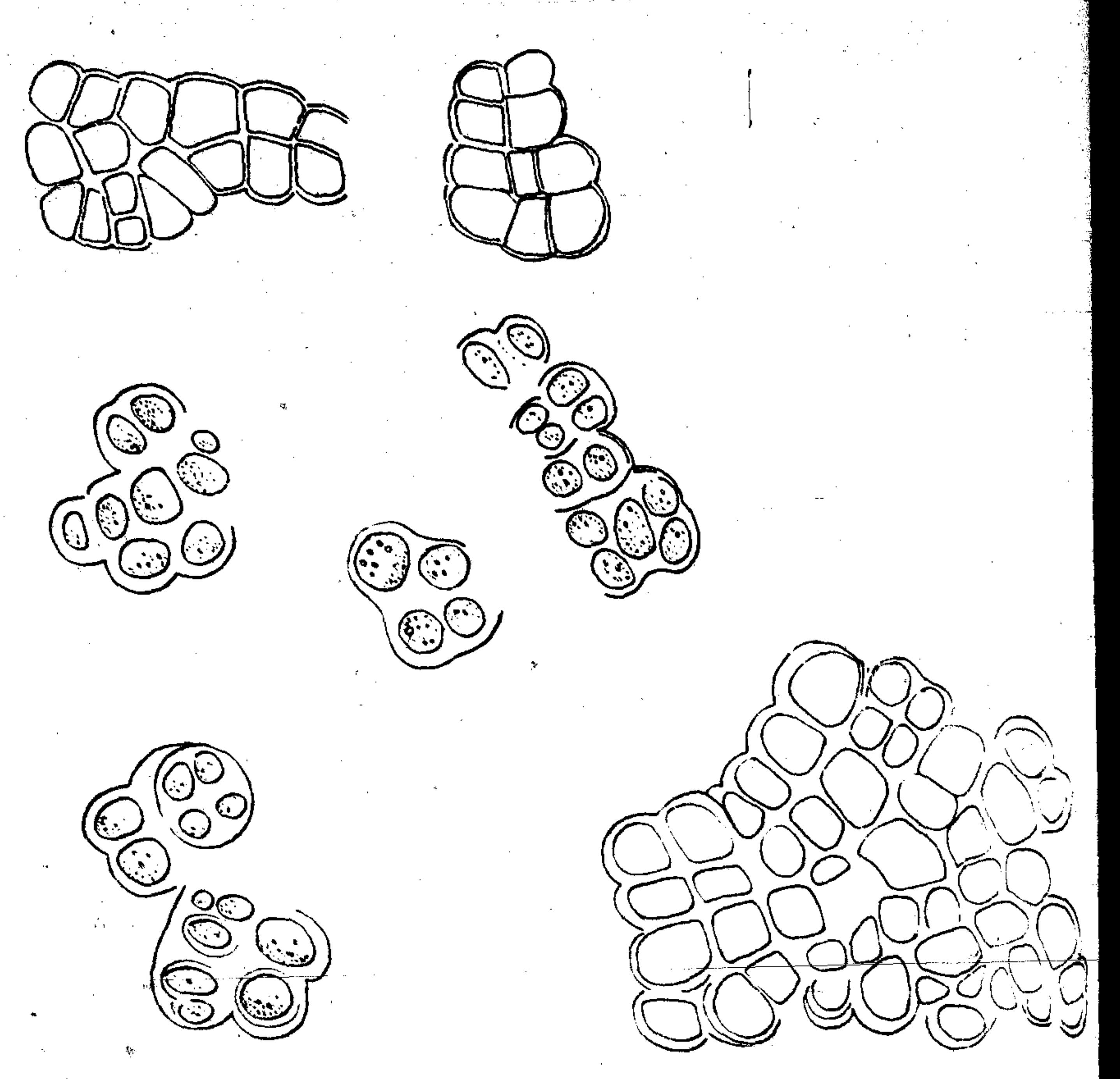


Fig. 185. *Coccobotrys Verrucariae* Chod. Culture sur agar-citrate de calcium. 800 ×.

phases de la copulation. J'ai aussi vu plusieurs fois des groupes de trois gamètes, sans avoir pu m'assurer que ces triples zygozoospores n'étaient pas simplement des divisions incomplètes. Gerneck[1]) a décrit une copulation analogue chez une plante qu'il appelle par erreur *Cystococcus humicola* Naeg. et que Wille a débaptisée en *Dictyococcus Gerneckii.* Mais Gerneck prétend qu'il n'y a pas de division végétative dans sa plante. Il ne lui a pas trouvé non plus d'amidon. Comme cet auteur ne travaille pas à partir de cultures pures, il n'a donc pu s'assurer avec aisance du cycle évolutif complet

[1]) Gerneck, Zur Kenntnis niederer Chlorophyceen, Beih. z. Bot. C. B. XXI (1907), 231.

de sa plante. Si elle avait été suivie sur divers milieux, elle aurait peut-être donné les mêmes stades de développement que celle que je viens de décrire.

Gonidies des lichens du genre Verrucaria.

Les lichens *Verrucaria* sont calcicoles. D'après Müller, J. Argov.[1]) ce genre est représenté dans la flore genevoise par trente espèces. Ils forment des croûtes qui font corps avec la pierre et qu'ils

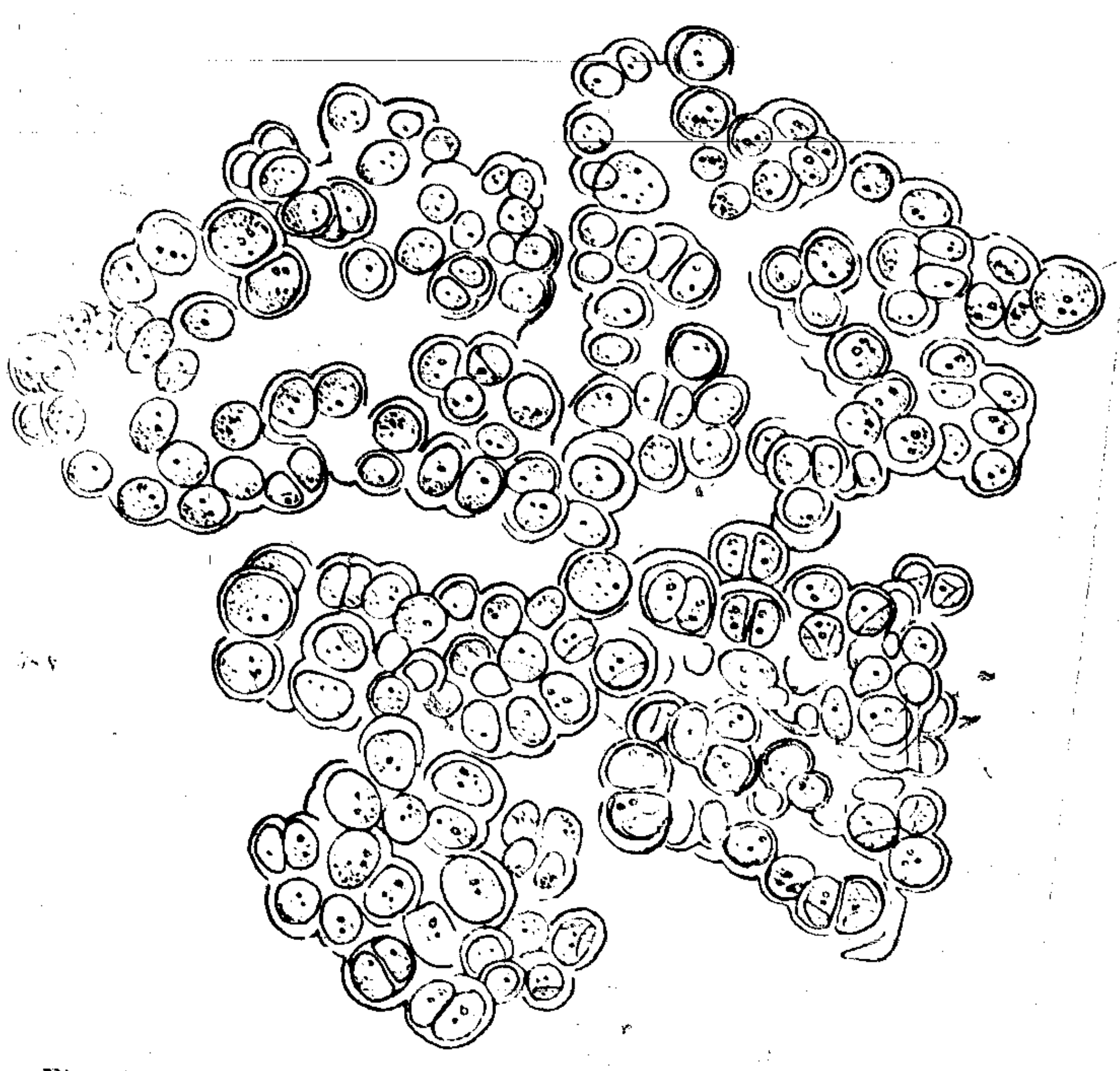


Fig. 186. *Coccobotrys Verrucaria* Chod. Culture sur citrate d'ammonium-agar. Thalle en étoile.

colorent en noir, en blanc, en gris ou en rose pourpre. J'ai essayé de séparer les gonidies des espèces suivantes: *V. nigrescens* Pers., *V. Dufourei* D. C., *V. myriocarpa* Krb., *V. rosea* Kremplh (*V. rupestris* d. *purpurascens* Schaer). J'ai isolé avec l'aide de Mademoiselle Stabinska les gonidies du *V. nigrescens* Pers. On ne sait que peu de chose sur les gonidies des *Verrucaria*. Schwendener ne les mentionne pas. Bornet les rattache au genre *Protococcus* comme il le fait pour toutes les gonidies arrondies et vertes examinées par lui (l. c. pg. 25) mais il ne donne pas de détails. A l'en croire il y aurait uniformité des gonidies chez un grand nombre de lichens et

[1]) Müller, D. Lichens des environs de Genève, dans les Mémoires de la Soc. de physique et d'histoire naturelle, Genève XVI (1862).

c'est l'opinion qui a prévalu jusqu'ici. Fünfstuck [1]) dit que les gonidies vertes des lichens dans les *Verrucaria* appartiennent au genre *Pleurococcus* et *Palmella*.

On sait combien la notion du genre *Pleurococcus* varie d'auteur à auteur. Si c'est dans le sens moderne que le lichénologue entend décrire les gonidies des *Verrucaria* comme appartenant au genre *Pleurococcus*, cette opinion ne pourrait être soutenue. Quant au genre *Palmella*, au sens des anciens algologues il comprend tant d'espèces variées, tout autant de Cyanophycées que de Chlorophycées qu'il est difficile de se faire une idée de la signification de ce terme. Quoi qu'il en soit l'examen des espèces de *Verrucaria* montre qu'il s'agit ici d'une algue-gonidie à petites cellules, lesquelles sont réunies par une membrane assez épaisse ce qui leur permet de constituer des thalles plus ou moins étendus. Chaque cellule a un chromatophore vert en plaque pariétale, dépourvu de pyrénoïde. Il y a dans la cellule quelques globules d'huile.

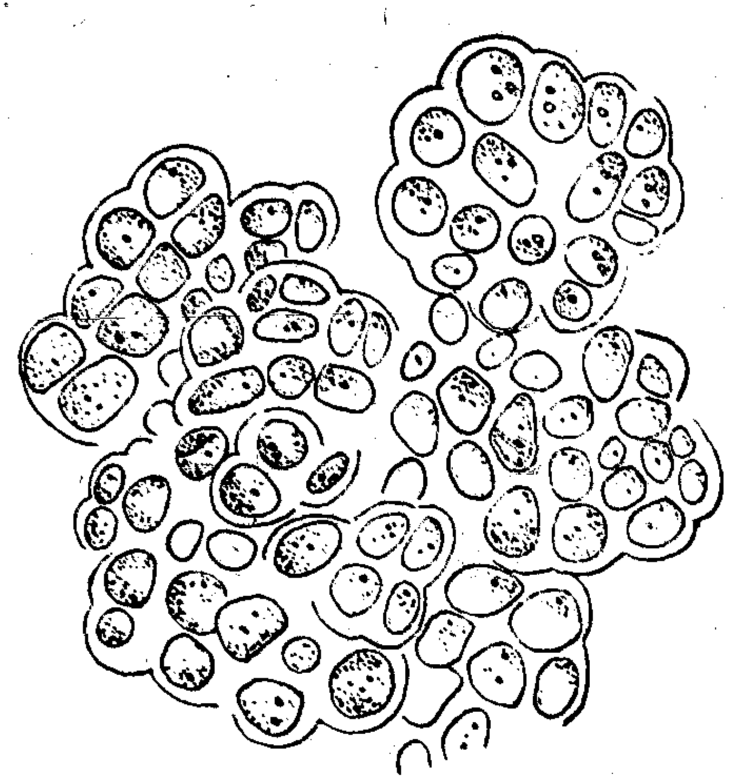


Fig. 187. *Coccobotrys Verrucariae* Chod. Culture sur agar-carbonate de calcium. 800 ⟍.

Coccobotrys Verrucariae Chod. (nov. spec.).

Les essais de triage réussissent difficilement. Pour obtenir des colonies de ces gonidies il faut souvent attendre plus de trois mois. Quand on a éliminé les algues qui ne correspondent pas aux gonidies «in situ» il reste une algue qui correspond comme morphologie à la gonidie observée et qui appartient à un genre particulier non décrit; je l'appelle *Coccobotrys* (n° 77 de la Collection) pour rappeler l'analogie

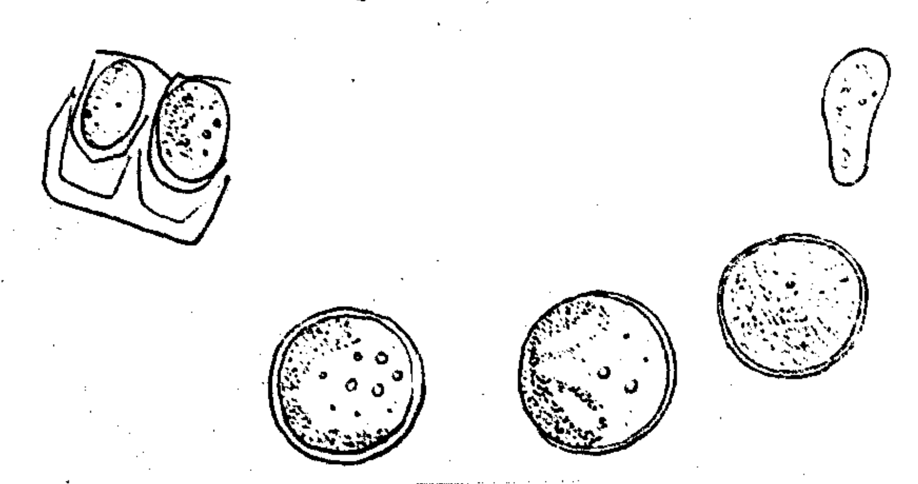


Fig. 188. *Coccobotrys Verrucariae* Chod. A gauche deux cellules à enveloppes emboitées; cellules arrondies à chromatophore pariétal; cellule en voie de division; cellule allongée.

[1]) **Fünfstuck**, Ascolichenes, in Engler et Prantl., Nat. Pflz. Fam., I. Teil, 1. Abteil., A. (1907), 14.

que je crois avoir remarquée avec le genre *Botryococcus*. Remarquons tout de suite que le chromatophore de cette algue ne montre pas de pyrénoïde et qu'il a la couleur verte particulière au *Botryococcus Braunii* Kütz. ou aux Confervacées. Je n'ai pas réussi à trouver de l'amidon sous forme de granules. Parfois en utilisant les solutions de chlorure de zinc iodé on obtient une coloration brunâtre au centre de la cellule (glycogène).

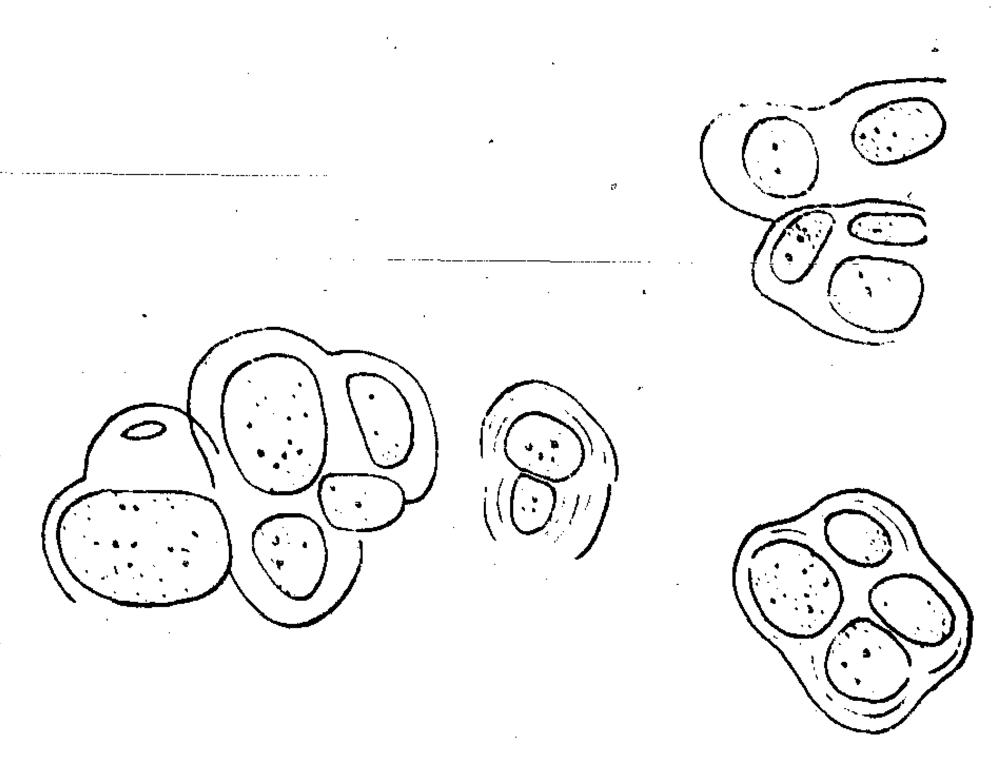


Fig. 189. *Coccobotrys Verrucariae*. Culture sur gélatine (liquéfiée).

La membrane spéciale de chaque cellule qui est très mince se colore faiblement par ce dernier réactif. A son état d'évolution rudimentaire cette algue forme de petits thalles, quadricellulaires par bipartition successive à la façon d'un *Pleurococcus*. Il arrive très souvent que les cellules de ce petit thalle se libèrent par exuviation; à ce moment elles sont sphériques mais bientôt elles se divisent pour produire soit de courts filaments soit, en dissociant les cellules de ce filament, des chainettes moniliformes lesquelles grossissent plus ou moins et divisent leurs articles par deux parois en croix comme le ferait un *Pleurococcus*. Mais plus souvent encore la multiplication pleurococcoïde se répétant et chaque cellule devenant le point de départ d'un nouveau thalle quadricellulaire, cela aboutit à des amas botryococcoïdes ou des thalles plus étendus. Finalement cette multiplication par quadripartition donne naissance à des formation multicellulaires, cruciformes, c'est-à-dire à des thalles compliqués disposés par quatre, autour d'un centre de figure. Mais toutes les cellules de ces thalles partiels

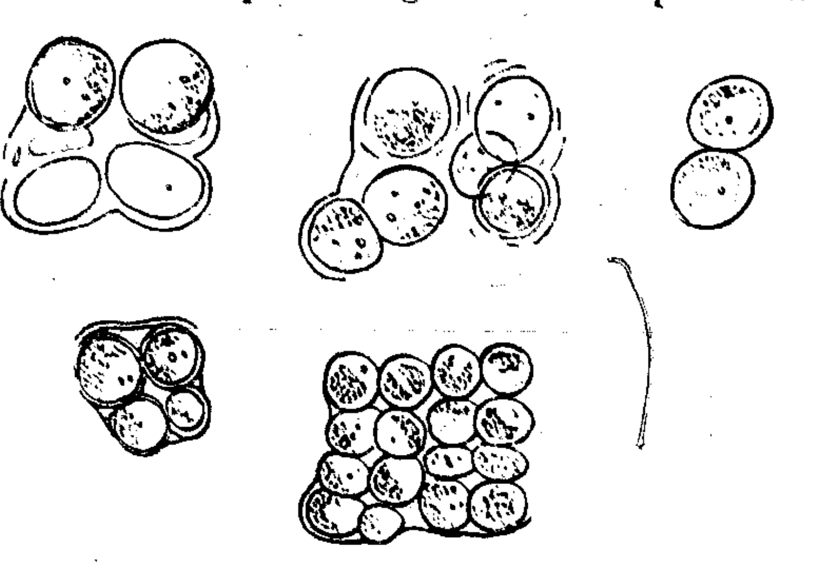


Fig. 190. *Coccobotrys Verrucariae* Chod. Thalles à cellules incolores et colorées. Vieille culture sur agar-glycose. 800 ⟍.

ne sont pas disposées exactement sur un plan car la prolifératio ne s'est pas faite seulement dans deux directions principales ma parallèlement à ce plan et ceci d'une manière irrégulière, de sor que ces thalles deviennent irréguliers et verruqueux. Parfois l cellules se multiplient par division sporangiale ce qui veut di que les plans de segmentation à l'intérieur de la cellule mère s dissolvant, les cellules filles (spores) sont isolées par quatre ou p huit. Plus d'une fois j'ai vu dans des cellules mères une division des cellules filles qui semblaient devoir aboutir dans leur développeme à des zoospores; mais quelque nombreuses qu'aient été mes observatio je n'ai jamais vu sortir de ces sporanges des cellules mobiles. L production de zoospores reste donc problématique.

Le chromatophore y est en plaque et souvent perforé d'un tro elliptique ce qui, à première vue, simule un pyrénoïde. Ce dernie n'existe jamais.

Si on cultive cette gonidie sur agar-Detmer sans sucre la couleu verte se maintient; dans ces conditions les cultures restent vert pendant très longtemps. Elles supportent la lumière la plus viv Nous avons cultivé cette algue directement au soleil sans que cel ait entravé sa croissance. Semée sur marbre poli, elle se développ si on lui fournit une solution nutritive minérale adéquate et attaqu alors le carbonate de calcium avec rapidité. La présence des sels or ganiques de soude ou de potassium n'entrave pas son développemen si on ne dépasse pas la concentration osmotiquement utile. Mais n le tartrate ni le citrate de potassium à la dose de 0,25 % ne favo risent sa croissance, comparée à celle qu'elle montre sur agar-Detmer sans sels organiques et sans glycose. Sur agar additionné d'acétat de potassium, à la même concentration, il se fait une décoloration la surface de la colonie. Ceci rappelle ce qui se passe en présenc du glycose. Cependant il y a une différence notable: le développemen reste peu actif. Ceci semble prouver que l'acétate de potassium es une meilleure nourriture organique que les citrates et les tartrates

En présence du glycose la croissance s'exagère; la multiplicatio se fait au-dessus de la surface du milieu solide et se manifeste pa des proliférations irrégulières, grossièrement grumeuses et qui prennent finalement une apparence sébacée. Bientôt apparaît la décoloratio et, dans la lumière, au bout de deux mois, parfois trois mois, toute la colonie est blanchie. Si on n'attend pas trop longtemps, on peut réin oculer ces cellules chlorotiques sur un nouveau milieu et voir le dé veloppement recommencer normalement. Les nouveaux thalles obtenus à partir de ces cellules incolores sur agar-glycose sont verts et n se décolorent qu'à la longue. Nous avons voulu aussi examiner l'actio

u carbonate de calcium sur cette gonidie qui, dans son association vec le lichen vit à l'intérieur de la pierre calcaire En présence de même quantité de glycose la décoloration est plus lente à venir ur les milieux agarisés additionnés de craie que sur les milieux garisés sans calcaire.

Il est remarquable que, contrairement à ce qui arrive à beau-oup d'algues en culture pure qui vivent parfaitement dans l'obscurité rsqu'on leur fournit la nourriture hydrocarbonée nécessaire, celle-ci efuse de se développer à l'obscurité. Les cellules inoculées se mul-iplient à peine et finissent par se décolorer dans ce milieu. Le *occobotrys Verrucariae* Chod. est donc une algue de lumière, inca-able de se développer dans l'obscurité.

Elle liquéfie activement la gélatine sans cependant s'y multiplier eaucoup, même lorsqu'elle est en présence du glycose. L'addition de eptone de 0,1 à 1% n'empêche pas cette liquéfaction qui est cepen-ant moins forte dans les milieux à plus grande concentration de eptone. D'une manière générale l'addition de peptone ralentit le hénomène de la décoloration mais l'accélération de croissance pro-oquée par l'addition de peptone est loin d'être comparable à ce qui 'observe pour les gonidies des *Cladonia*.

Sa multiplication sur milieu inorganique agarisé se fait de pré-érence à la concentration de Detmer 1/2.

J'ai obtenu la même algue d'un triage de gonidies (n° 76 de la ollection) du *Toninia vesicularis* Ach. Elle ne constitue cepen-ant pas la gonidie de ce lichen et ne s'y trouve donc que comme lgue éphiphylle. L'examen microscopique des gonidies du *Toninia* in situ» montre qu'il s'agit d'une Chlorophycée apparentée aux *Cys-ococcus* dont il a été question plus haut. (fig. 162.) Il est donc ntéressant de constater que cette algue *Coccobotrys* vit en dehors du halle de ses lichens spécifiques qui sont les Verrucariées et qu'elle e développe sur d'autres lichens en épiphyte occasionnelle.

J'ai au cours de cet exposé mentionné déjà plusieurs fois l'im-ossibilité dans laquelle se trouve habituellement l'algologue de dé-erminer, à l'aide du seul microscope, un mélange de ces dépôts verts u'on appelle *Pleurococcus* ou *Protococcus*. Il n'y a point de doute our moi que plus d'une des formes qui ont été décrites comme *leurococcus Naegelii* Chod. (*Pleurococcus vulgaris* auct. non Menegh.) oivent être attribuées à ce *Coccobotrys* ou à des espèces de ce genre, ar il est probable qu'il y en a plusieurs. Lorsqu'on aurait en mélange es cellules du *Pleurococcus* Naeg. et des états correspondants du *occobotrys Verrucariae* Chod. il serait difficile de distinguer ce qui ppartient à chacune des deux espèces s'il l'on n'était averti au préa-

lable par des cultures pures de l'existence de deux genres distin En effet dans le *Pleurococcus* Naeg. on a un cloisonnement réguli des chromatophores d'un vert gai et du type de ceux de Chlorop cées en général. On n'y voit pas habituellement ces petits granul de graisse si caractéristiques pour les cellules du *Coccobotrys*. Da les mêmes conditions de culture nous n'avons pas de formation thalle continu ni de gelée épaisse autour de chaque cellule. Cell ci ne se rajeunissent pas en abandonnant la paroi pectosique épais comme le fait le *Coccobotrys Verrucariae*. La croissance du *Ple rococcus* Naeg. est aussi beaucoup plus lente; sur les milieux glyco cette espèce ne pâlit pas. Les filaments des *Pleurococcus* (*Protococ vulgaris* Ag.) quoique rares, sont de vrais filaments qui souvent ramifient à la façon d'un jeune *Stigeoclonium*. Le *Pleurococcus* Na ne liquéfie pas la gélatine. Voilà suffisamment de caractères po distinguer en culture pure ces deux espèces qui coexistent certai nement dans la nature et pourraient être confondues. Ajoutons q traité par le chlorure de zinc iodé le *Coccobotrys* se colore à pei et que sa membrane spéciale prend, dans ces conditions, une tei à peine violacée tandis que la membrane épaisse reste incolore. A contraire ce réactif réagit fortement vis-à-vis des membranes du *Ple rococcus Naegelii*. Les cellules de ce dernier sont aussi plus gros et le plasma dépourvu des granulations caractéristiques du *Cocco botrys*.

Je donnerai plus loin les raisons pour lesquelles je pense q est exact de placer *Coccobotrys* parmi les Hétérokontes tout près *Heterococcus* Chod.

Je ne saurais assez insister sur ce fait, qu'en dehors des cultur pures, il n'y a pas de certitude, et que les efforts des systématicie de l'école classique qui disposent les algues unicellulaires ou inf rieures d'après l'examen des formes trouvées dans les milieux natur sont très souvent vains. Ces botanistes peuvent seulement poser problème; ils n'ont pas les éléments pour résoudre la difficile questi des limites spécifiques d'espèces aussi variables, aussi complexes. L'o jection que les recherches telles que nous les faisons coûtent bea coup de temps est de nulle valeur. La science n'est pas pressé Les mycologues qui s'occupent des champignons inférieurs ont depu longtemps renoncé à décrire des espèces nouvelles sans baser leu descriptions sur des cultures pures comparatives. Il est vrai que triage des algues inférieures est chose beaucoup plus difficile e beaucoup plus longue que le triage des Mucorinées. Cependant l'al gologue digne de ce nom devra s'efforcer de réaliser ce postulat. S néglige d'étayer ses observations par des cultures pures (absolume

ures) il devra bien se rendre compte que ses raisonnements n'ont lus qu'une valeur conjecturale, par conséquent très approximative t que les listes de plantes et les dissertations bibliographiques les lus savantes ne peuvent remplacer une expérience bien faite.

Ainsi la gonidie des *Verrucaria* n'est pas un *Pleurococcus*, c'est ne gonidie qui appartient à un genre nouveau *Coccobotrys* Chod. e *C. Verrucariae* est une espèce héliophile qui supporte soit en ymbiose dans le lichen, soit en culture sur milieu solidifié la lumière irecte la plus vive; elle ne peut vivre et se multiplier dans l'obsurité même en présence du glycose. Ce n'est pas une algue-peptone u sens de Beijerinck, la peptone accélérant à peine sa vitesse de roissance. Elle sécrète un ferment protéolytique qui liquéfie la gé-atine. Elle dissout le marbre avec rapidité. Tous ces caractères oncordent avec les conditions de vie qu'elle accepte dans son asso-iation avec un mycète-lichen sur le rocher. Exposé au froid de hiver, ou de la nuit puis à la lumière directe, aux intempéries de oute sorte et à la chaleur de l'été, ou du gros du jour, le lichen axicole *Verrucaria* ne peut être associé qu'à une algue qui présente a même résistance vis-à-vis des circonstances défavorables du milieu. a croissance lente des *Verrucaria* paraît aussi en rapport avec extrême lenteur du développement de la gonidie, laquelle ne présente, omparée à celle des *Cladonia*, qu'une vitesse de développement quatre cinq fois plus faible.

Gonidies des lichens Solorina.

Les *Solorina* sont des lichens foliacés qui vivent sur la terre, dans s fentes de rochers, à l'orée des bois (*S. saccata* (L.) Ach.) ou sur a terre des régions alpines et surtout nivales, sur terrain siliceux S. *crocea* (L.) Ach.). J'ai isolé les gonidies de ces deux espèces et e les ai comparées à des *Coccomyxa* qui vivent en épiphytes sur autres lichens (*Sphaerophorus coralloides* Pers.) ou qui ont été olées d'autres milieux. Ce sont ces *Coccomyxa* des lichens qui ont été onsidérés par les auteurs comme identiques au *Dactylococcus infu-ionum* de Naegeli, lequel n'est qu'un stade du *Scenedesmus obli-uus* (Turp.) Kütz. On dit parfois que dans le *S. crocea* les gonidies ont, pour les races européennes, des algues du genre «*Palmella*» ndis que les exemplaires de l'Himalaya auraient des gonidies du enre *Nostoc*.[1]) Cette dualité des gonidies a aussi été décrite pour s *Peltigera* dans le thalle desquels il y aurait tantôt des *Nostoc*

[1]) Zahlbruckner, Ascolichenes in Engler u. Prantl., Nat. Pflz. Fam., I. Teil. Abteil. (1907) 192.

tantôt des *Dactylococcus.*[1]) Ce même fait s'observerait chez les Stictacées!

J'ai obtenu d'une même espèce de lichen *Solorina (S. saccata)*, mais de provenance diverse, deux races distinctes de gonidies du genre *Coccomyxa*. Ceci semblerait indiquer une certaine indifférence vis-à-vis de la spécificité des gonidies ou peut-être aussi y aurait-il même des races particulières de lichens de cette espèce, à gonidies spécifiques. Quoi qu'il en soit, les *Coccomyxa* isolés de lichens sont de tous les *Coccomyxa* de diverse provenance étudiés par moi ceux qui gardent avec le plus de ténacité la couleur verte de leurs cellules lorsqu'on les cultive en présence des matières organiques.

Coccomyxa Schmidle.[2])

Schmidle a créé pour des algues d'eau douce à cellules longuement ellipsoïdales et dépourvues de pyrénoïde le genre *Coccomyxa*. Les cellules y sont emprisonnées dans une gelée sans structure reconnue. Ce n'est guère que par l'absence de ce caractère de former des thalles gélifiés (on verra cependant plus loin qu'ils en forment parfois) que nos *Coccomyxa* s'éloignent de la diagnose de Schmidle. Car la forme de la cellule, le chromatophore pariétal sans pyrénoïde et la multiplication sont les mêmes. J'ai montré[3]) que dans le genre *Raphidium (Ankistrodesmus)* (fig. 200) il peut se former chez les espèces planctoniques (*R. lacustre* Chod.) des gelées qui associent les cellules. Il ne faudrait donc pas s'arrêter à l'absence habituelle de gelée dans nos *Coccomyxa* pour les séparer du genre proposé par Schmidle. Il ne faut pas non plus confondre ces *Coccomyxa* avec des espèces de *Dactylococcus* car ces derniers ont un pyrénoïde dans leur chromatophore; il a en outre été montré, déjà anciennement, qu'il s'agit chez ces plantes de stades de *Scenedesmus*. La diagnose modifiée de *Coccomyxa* serait: «Cellulae baculiformes vel anguste ellipsoidae liberae natantes, vel gelatina aggregatae, divisione contentus cellulae matricalis transversa dein obliqua multiplicatae. Sporae demum elongatae cellulae matricali similes i. e. autosporae binae vel quatuor.»

Coccomyxa Solorinae Chod.

Cette espèce a été isolée d'un *Solorina*. Malheureusement la détermination de l'espèce a été perdue, je ne sais donc si c'est du

---

[1]) l. c. 194.

[2]) Schmidle, W., Ueber drei Algengenera, in Ber. d. d. bot. Ges. 19 (1901).

[3]) Chodat, R., Etudes de biologie lacustre, Bull. de l'Herb. Boissier. Voir aussi Acton, Elis, Journ. of Bot. (1909), 576, pl. XVIII. Il me paraît que dans ce travail on a confondu deux algues, un *Coccomyxa* sans pyrénoïde avec de petits *Chlamydomonas* — *C. subellipsoidea.*

S. crocea ou du *S. saccata*. C'est celle que j'ai décrite dans mon Mémoire sur le Polymorphisme [1]) (nº 12 de la Collection). Cultivée sur agar sans sucre les cellules sont oblongues elliptiques brièvement atténuées aux deux extrémités, ordinairement droites. La longueur des cellules est de 7 à 7,5 μ, l'épaisseur de 2 à 3 μ. Mais on trouve aussi des cellules de plus de 4 μ de diamètre. La multiplication est celle d'une Cystosporée voisine du genre *Ankistrodesmus*. Le plan de segmentation est tout d'abord transversal, puis il devient oblique et les deux cellules filles (autospores) sont libérées par l'évanescence de la membrane. L'addition de glycose provoque une croissance très vive mais la virescence ne diminue pas sensiblement c'est-à-dire que très longtemps sur ce milieu la couleur reste vert foncé. La croissance est encore beaucoup plus forte sur agar-glycose-peptone. Les rapports dans les mêmes temps sont pour agar simple, agar-glycose, agar-peptone-glycose: 1—4—8. Sur gélatine-Detmer 1/3 il n'y a pas de liquéfaction et la croissance est faible. Sur l'eau de levure agarisée la croissance est un peu plus forte que sur agar-Detmer 1/3. Mais il n'y a de décoloration sur aucun de ces milieux. Le polymorphisme est très réduit. En cultivant cette espèce à l'obscurité sur agar-glycose on voit que la croissance est sensiblement égale à celle qui se fait en lumière. Les colonies pâlissent à la surface mais restent vertes dans l'intérieur. Souvent cependant la croissance dans l'obscurité est un peu plus faible.



Fig. 191—192. *Coccomyxa Solorinae* Chod. A gauche *C. S. saccatae* Chod., à droite *C. S. crocae* Chod. (nº 75 et nº 85) 800 ×. Culture sur agar-glycose.

Sur gélatine-glycose ou gélatine simple la teinte vert foncé se maintient à la lumière. A l'obscurité le développement est très ralenti; en outre les colonies à l'obscurité, sur ce milieu, pâlissent. La gélatine glycosée est finalement liquéfiée; il faut cependant attendre longtemps, parfois trois à quatre mois; mais même alors, les gonidies restent vertes.

[1]) l. c. (1909) 106, pl. XVII, R., Pl. XIX, H.

J'ai en outre cherché la valeur comparative des diverses sour
d'azote: peptone 1,0 — 0,5 — 0,25 %. — tartrate d'ammonium 2,5
1,25 — 0,625 %. — asparagine 1,875 — 0,625 — 0,31 %. — acétami
1,70 — 0,425 — 0,85 %. — nitrate de calcium 1,0 — 0,5. Le résultat
que de tous les composés azotés expérimentés, en présence du glyco
la peptone l'emporte sur les autres et cela, dans les limites donné
par l'expérience, proportionnellement à la concentration. L'asparagi
fournit des colonies 1/3 moins fortes que la peptone à la même co
centration. Il en est de même du tartrate d'ammonium. Ces de

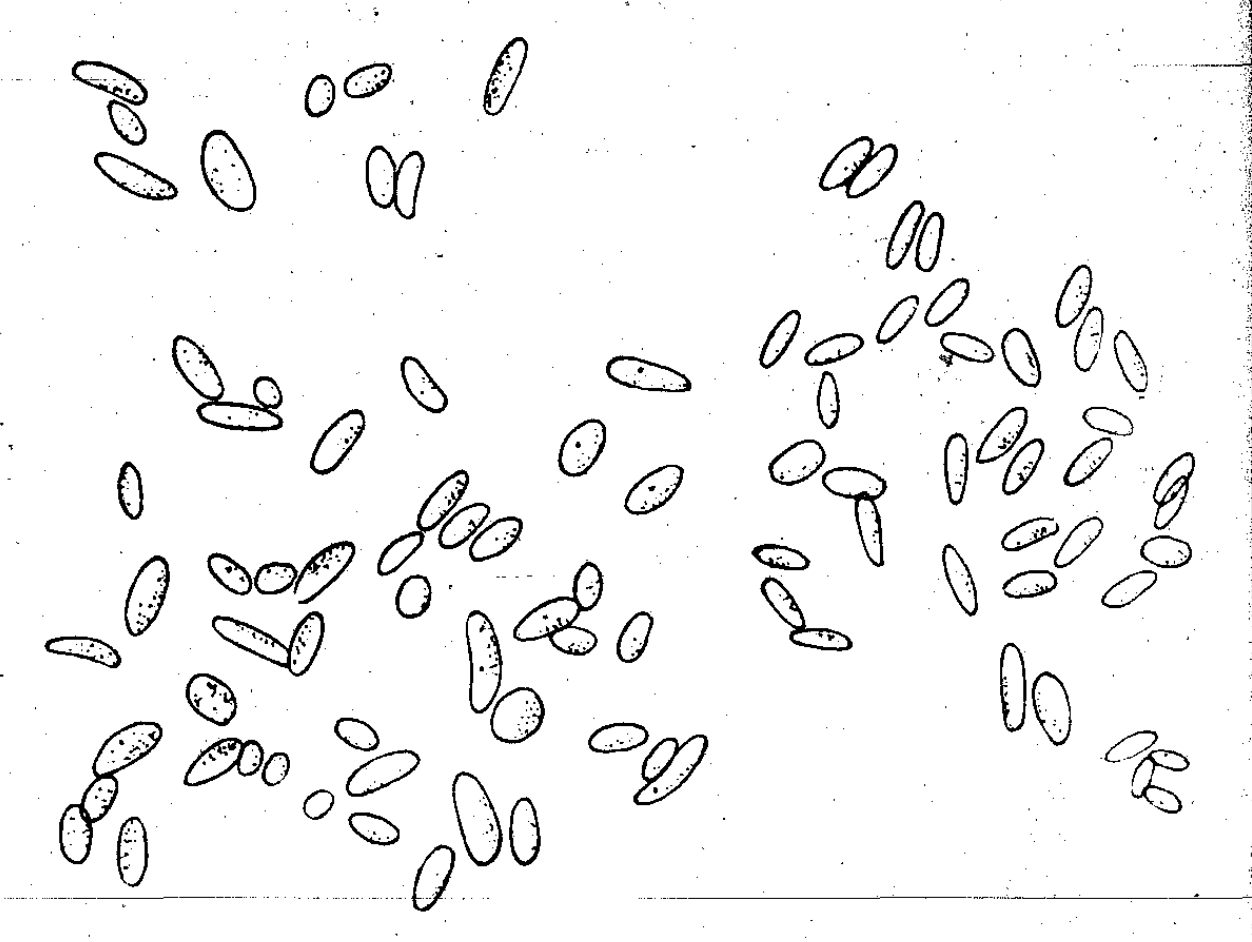


Fig. 193—194. *Coccomyxa Solorinae* Chod. 900 ×. A gauche *C. S. croceae* Chod., à droite *C. S. saccatae* Chod. Culture sur agar-glycose.

derniers milieux maintiennent la couleur vert foncé. L'acétamide
comporte quantitativement de même, mais les colonies pâlissent
sont bientôt décolorées. Le nitrate de calcium fournit également d
résultats analogues. On ne peut donc pas remarquer une préféren
bien accusée pour une source d'azote particulière si ce n'est pour l
peptone qui l'emporte un peu sur les autres. D'autre part le glyco
à 2 % n'amène à la décoloration que dans l'obscurité ce qui mont
l'importance de la lumière sur la formation des matières azotées n
cessaires à la production de la chlorophylle.

Lorsqu'on examine une section passant par une apothécie
lichen *Solorina saccata* (L.) Ach. on s'aperçoit que, si dans la couch
gonidiale il n'y a que des cellules vertes du type *Coccomyxa*, sur
lichen lui-même on rencontre une flore algologique épiphylle parfo
très variée, laquelle ne doit pas être confondue avec lès gonidies

lichen. Ces algues épiphylles appartiennent aux genres *Nostoc*, *Chlorococcum* et *Chlorella*. Il faut donc, dans ces essais de triage de gonidies de lichens, bien se rappeler l'abondance et la variété des algues qui trouvent sur ce milieu de culture naturel, un substratum hygroscopique et des sécrétions organiques nutritives.

J'ai isolé de ce lichen récolté au Petit Salève près de Genève une gonidie (n° 75 de la Collection) qui ne diffère guère de la précédente laquelle avait été triée à partir d'un lichen récolté dans la vallée du Grand St-Bernard. Comparée à celle que j'ai extraite une seconde fois du *Solorina crocea* (n° 85 de la Collection) le beau lichen des régions nivales, le *Coccomyxa* du *Solorina saccata*, se montre différent par des cellules un peu plus petites, plus régulières. Mais ce sont là des différences peu marquées. Les mesures donnent pour le *C. Solorinae saccatae* Chod. 7/2,2, 6,2 μ, pour le *C. Solorinae croceae* Chod. 9/2,5, 7/2,5 μ.



Fig. 195. *Coccomyxa Solorinae* Chod. Mélange de cellules du *C. S. croceae* Chod. (S. C.) et du *C. S. saccatae* Chod., c.-a.-d. les deux espèces élémentaires dessinées sur la même surface. 900 ×.

Ces dimensions sont celles des plus grandes cellules et dans le même temps sur agar-glycose 2%. Quant aux cultures elles sont aussi différentes. Inoculées en même temps sur même milieu agar-glycose et examinées au bout d'un mois, celles du *S. saccata* sont dès le début d'un vert moins foncé, celles du *S. crocea*, d'un vert noir foncé. (Pl. IX. 50, 53, 54.) Cinq mois après, exposées, dans les mêmes conditions, à la lumière diffuse, les colonies du *C. S. saccatae* sont arrondies, d'une couleur vert pomme brillante; chaque disque est bombé et épais. Celles du *C. S. croceae* sont d'un vert foncé brillant mais beaucoup moins bombé. Nous avons répété les expériences avec ces deux gonidies. Les dessins montrent les différences de grosseur des cellules. Mais comme les différences sont peu accusées et qu'elles

ne se marquent que d'une manière générale il vaut mieux considérer ces deux formes comme deux races, comme deux lignées, séparées principalement l'une de l'autre par la couleur de leurs colonies et la faible différence de grosseur des cellules. Ce sont donc des espèces élémentaires habituelles, c'est-à-dire peut-être d'adaptation.

Coccomyxa viridis Chod. (nov. spec.).

J'ai isolé d'un triage de gonidies du *Sphaerophorus coralloides* Pers., lichen des hautes régions alpines, un *Coccomyxa* épiphyte (n° 84 de la Collection) qui en culture sur agar-Detmer 1/3, glycose 2% fournit des colonies plus robustes que celles des espèces extraites des *Solo-*



Fig. 196. *Coccomyxa Solorinae croceae* Chod. Vieille culture sur agar-glycose; beaucoup de formes d'involution. 900 ×.

rina. Elles deviennent assez rapidement jaune vert ou vert pomme avec un liseré vert jaune. Elles sont aussi beaucoup plus pâles. Cependant cette teinte est encore foncée comparée à celle des colonies de *C. pallescens* Chod., espèce épiphyte du *Cladonia gracilis* (L.) Willd.[1] qui devient rapidement vert pomme sur agar-glycose. Cette espèce a les dimensions suivantes sur agar-glycose: 10/3, 8/2,2, 7/3.

Coccomyxa pallescens Chod. (nov. spec.).

C'est une espèce triée à partir du *Cladonia gracilis* (L.) Willd. (n° 66 de la Collection) à cellules plus petites (8/2, 7/2 μ) et qui sur les milieux cités prend cette coloration vert pomme caractéristique dont il a été question. De toutes les espèces trouvées sur les lichens ou dans les lichens, c'est celle qui croît le plus fortement. Elle atteint presque dans les dimensions de ses colonies sur milieux solides agarisés la vigueur du *C. lacustris* Chod.

[1]) Voir aussi *Coccomyxa gracilis* Chod. pg. 231.

Coccomyxa lacustris Chod.

Cette espèce a été extraite d'un triage de l'eau du lac de Genève.[1]) Les cellules dans cette espèce sont plus trapues que dans les autres; la membrane y est souvent moins évanescente que dans les autres, ce qui facilite la formation de spores arrondies et que nous n'avons jamais observées dans les autres *Coccomyxa* triés des lichens. Dans le même temps sur agar-glycose les colonies arrondies brillantes sont du même type que celles des *Coccomyxa* des lichens. La couleur y devient vert olive avec centre grisâtre et liseré vert. Sur agar-peptone-glycose la croissance est plus forte et la couleur vert plus intense, même très intense. Nous l'avons aussi cultivée sur agar-lactose. Ce disaccharide agit à peine comme substance nutritive et la dimension de la colonie est à peine plus grande que sur agar sans sucre. Sur agar-peptone la forme des cellules est plus elliptique ou ovoïde et le diamètre atteint jusqu'à 4 μ. Sur agar sans sucre il y a un très faible développement; sur agar-glycose les disques qui sont vert pomme au bout de trois à quatre mois deviennent rapidement vert olive. L'addition de peptone double le diamètre des disques. Cette algue ne liquéfie pas la gélatine. Dimensions sur agar-glycose 7/3, 6/2 μ.

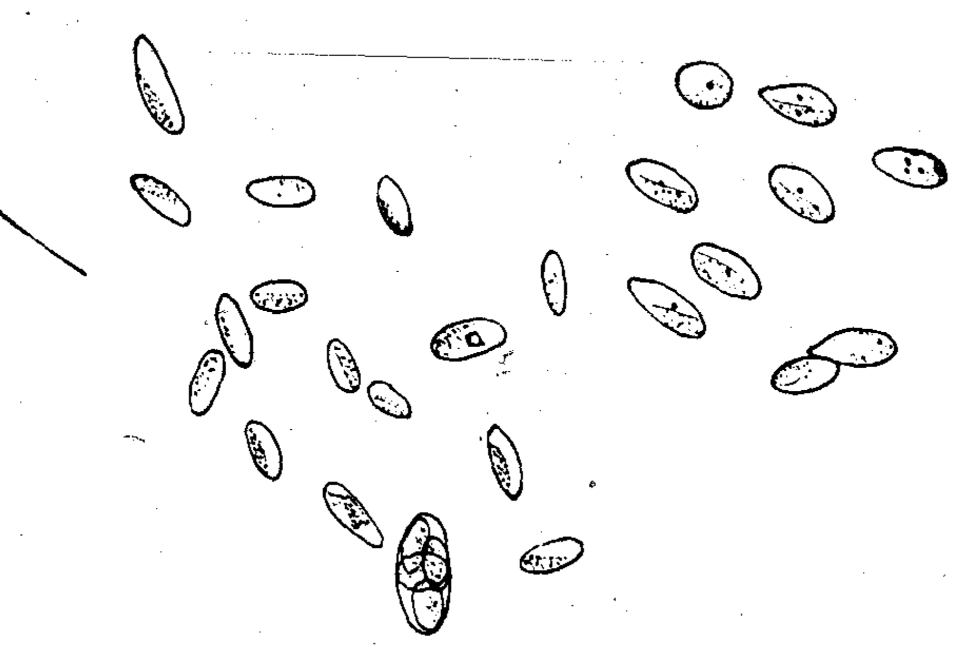


Fig. 197. *Coccomyxa lacustris* Chod. Culture sur agar-glycose. 900 ×.

J'ai actuellement en culture pure les espèces élémentaires suivantes rangées selon l'ordre de grandeur des colonies sur les mêmes milieux agar-glycose et dans le même temps (3 mois):

Coccomyxa lacustris Chod. (10)	vert olive,
pallescens Chod. (66)	vert pomme jaunissant,
viridis Chod. (84)	vert herbe jaunissant,
Solorinae Chod. (12)	vert foncé,
S. croceae Chod. (85)	vert très foncé,
S. saccatae Chod. (75)	vert assez foncé,
gracilis Chod. (61)	vert pomme clair.

(Voir Pl. VII, 37, 38, 39, 40, 41, 42.)

[1]) Chodat, R., Polymorphisme (1909); 107; Pl. XVII, P.

Non seulement ces espèces élémentaires ont des habitats différents mais la dimension des cellules varie un peu d'espèce à espèce. En culture sur agar-glycose elles se laissent définir par leur couleur et par l'intensité de croissance de leurs colonies. La rapidité de croissance n'est pas un caractère qui serait nécessairement lié à la grosseur des cellules, car le *C. gracilis* Chod. qui est l'une des espèces les plus robustes comme cellules (10/4, 10/5 μ) forme des colonies moins étendues que celles du *C. lacustris* Chod. dont les cellules sont relativement beaucoup plus minces. D'autre part les espèces sorties des lichens se sont montrées différentes de toutes les autres par la per-

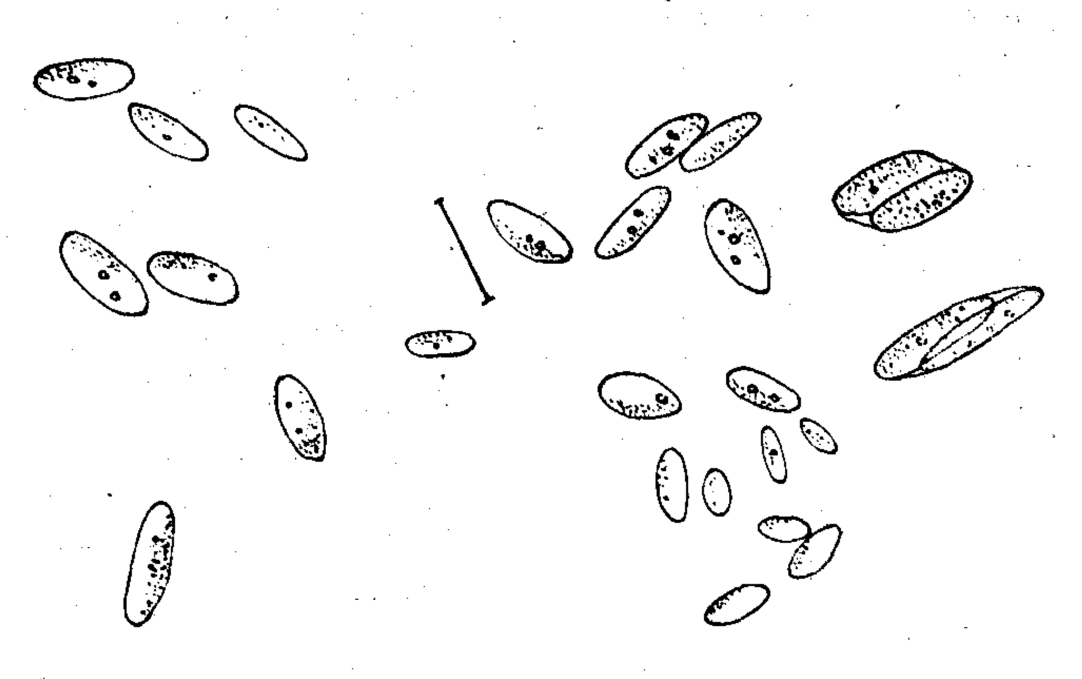


Fig 198. *Coccomyxa gracilis* Chod. Culture sur agar-glycose. 900 ×.

sistance avec laquelle elles maintiennent longtemps l'intensité de coloration de leur chlorophylle même en présence du glycose. J'ai montré que l'addition de glycose n'amène pas à une décoloration de l'algue dans les cultures sur agar pour les *Coccomyxa;* mais ce fait n'est pas général pour les gonidies de lichens car nous avons vu que les *Coccobotrys*, gonidies des *Verrucaria* pâlissent rapidement dans la lumière en présence du glycose. Il y a donc lieu de considérer ces gonidies comme des espèces élémentaires distinctes de celles qu'on trouve autre part dans la nature. On pourrait aussi exprimer ces résultats en disant que jusqu'à présent on n'a pas rencontré à l'état isolé, dans les milieux naturels, et dehors de la symbiose lichénique des *Coccomyxa* qui correspondraient exactement aux gonidies des lichens *Solorina*. Je n'entends pas prétendre par là que ces gonidies ne pourraient vivre isolées, en dehors de leur associé le mycète-lichen; il va de soi que puisque je les cultive en culture pure elles doivent être susceptibles de vivre isolées du lichen. Mais il n'en est pas moins curieux que nos triages à partir des eaux ne nous aient pas amenés à des races identiques à celles qui vivent en symbiose. Attirons enfin

l'attention des botanistes sur l'espèce de spécificité des gonidies des deux espèces de lichens, celles du *S. saccata* et du *S. crocea*, l'une des gonidies plus petite que l'autre. La question se pose, si dans leur synthèse les lichens de ce genre acceptent des *Coccomyxa* quelconques comme gonidies? Il se pourrait alors qu'il y eût, dans différentes stations, des *Solorina* qui morphologiquement seraient de la même espèce de mycète mais différeraient par les variétés distinctes des gonidies. Ou bien il y aurait accoutumance d'un mycète spécifique avec une gonidie spécifique constituant des races *Solorina* que l'analyse biologique seule serait capable de reconnaître. Mais ce sont là des recherches à développer et nos résultats ne doivent pas être pris comme signifiant d'une manière définitive que les deux espèces de lichens étudiées vivraient toujours en communauté avec les deux races étudiées. Je rappelle pour terminer que la première gonidie, *Coccomyxa Solorinae* Chod. décrite ici (n° 12) et dont l'espèce de lichen n'est pas déterminée, mais qui ne saurait être autre que *Solorina saccata* ou *Solorina crocea*, ne correspond exactement ni à l'une ni à l'autre des gonidies extraites de ces lichens.

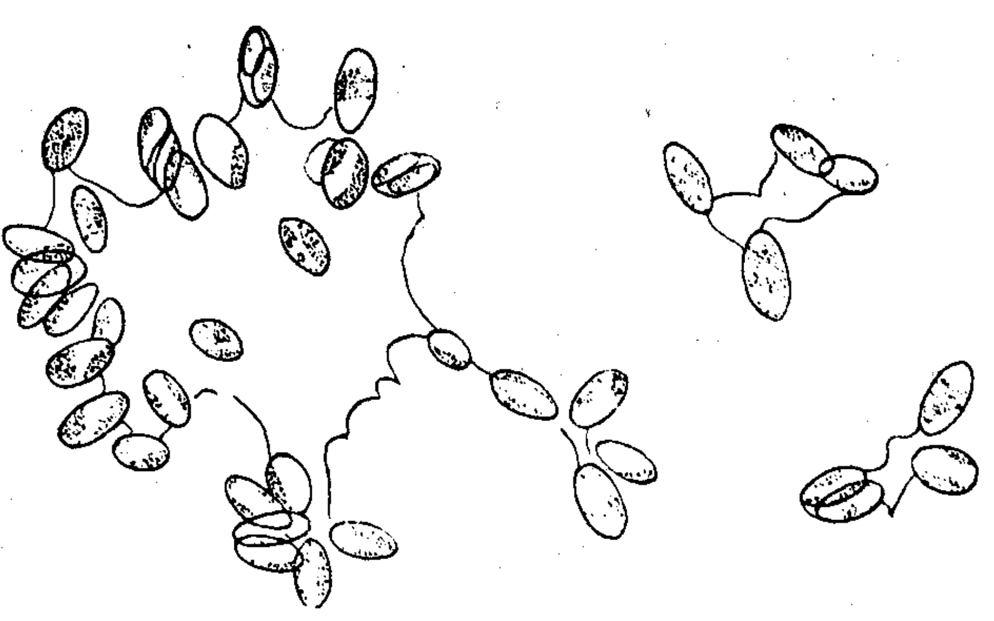


Fig. 199. *Coccomyxa thallosa* Chod. 800 ×.

Dans le *Coccomyxa gracilis* Chod. (n° 61 de la Collection), il s'agit d'une seconde algue épiphyte extraite d'une sélection de gonidie du *Cladonia gracilis*. Sur agar-glycose elle forme des disques brillants qui même au bout de trois mois ne dépassent pas un centimètre. Ces disques sont parfaitement arrondis, un peu plus verts au bord que vers le centre. Leur épaisseur est assez considérable et ceci leur donne une apparence de coussinet qui rappelle ceux de certains *Chlorella*. Les disques pâlissent cependant moins vite, ou jaunissent moins vite que ceux du *C. pallescens* Chod. Au bout de trois à quatre mois leur couleur est encore vert pomme très clair avec un faible reflet rougeâtre au centre. Il faut attendre six à neuf mois pour observer la décoloration de la colonie qui prend alors une apparence crémeuse avec liseré verdâtre. Sur gélatine sucrée elle forme de petites verrues agrégées vert foncé de 1 à 2 mm de diamètre. Les cellules de ce *Coccomyxa* atteignent 10/4, 10/5, 8/2,5 μ. La culture sur peptone-

glycose atteint dans le même temps un diamètre double; elle est plus foncée mais non pas vert noir.

Il faut bien reconnaître que, sans les cultures, il serait impossible de distinguer ces différentes espèces élémentaires de *Coccomyxa*. On peut même se demander si à chaque triage nous ne rencontrerons pas d'autres races qui seront intermédiaires et qu'ainsi nos *Coccomyxa*

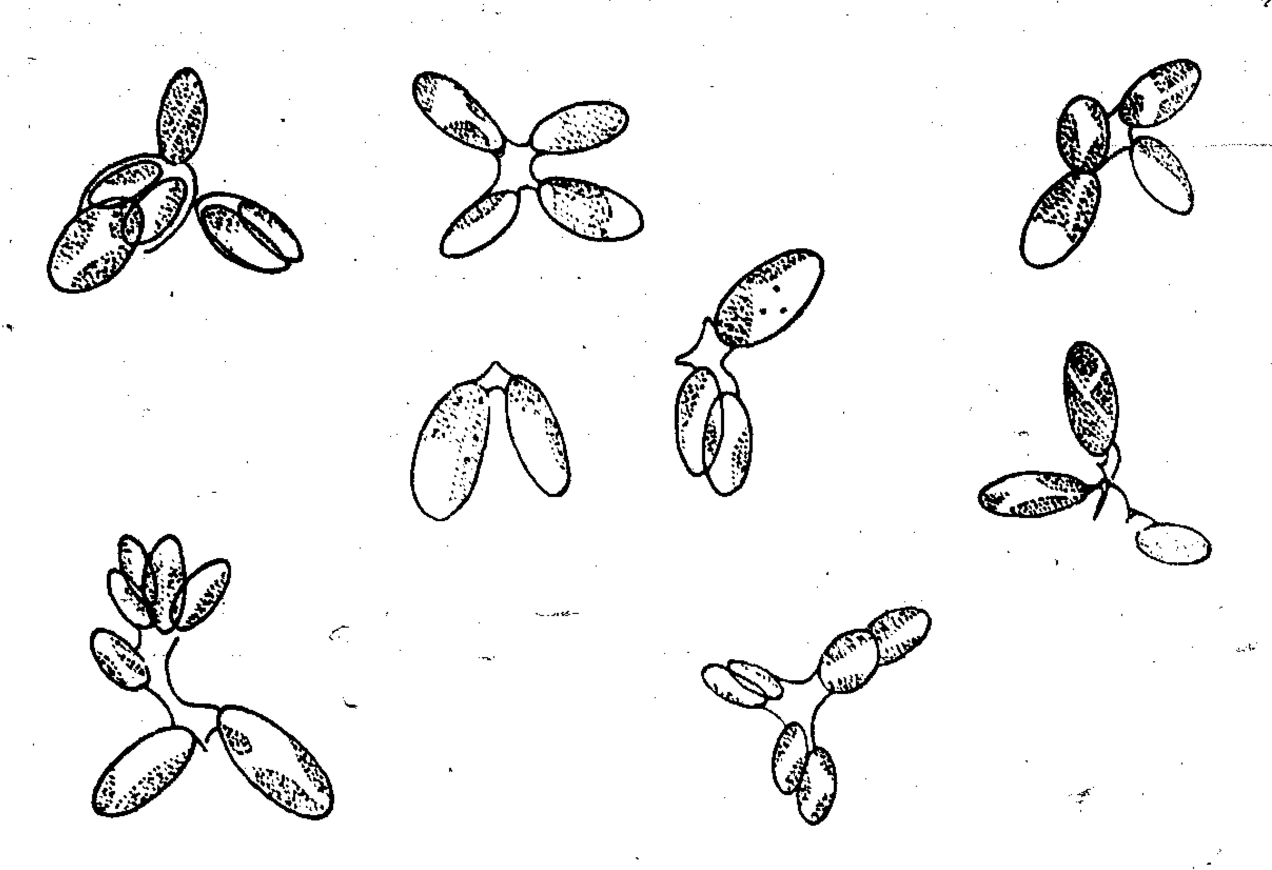


Fig. 200. *Coccomyxa thallosa* Chod. 1200 ×. On voit la formation de petits thalles.

ne seraient pas à proprement parler ce qu'on comprend généralement sous le nom d'espèces mais constitueraient seulement les lignées pures d'une population qui dans la nature coexistent dans les milieux habituels. Est-il permis dès lors de donner un nom spécifique à chacune de ces races? C'est affaire d'opportunité. Si l'on veut s'en tenir au mode habituel on maintiendra le nom de *Coccomyxa Solorinae* que j'ai donné en 1909 et qui correspond à mon n° 12, avec les races suivantes: *genuina* (n° 12) — *croceae* (n° 85) — *saccatae* (n° 75) — *lacustris* (n° 10) — *gracilis* (n° 61) — *viridis* (n° 84) — *pallescens* (n° 66) — *thallosa* (n° 122). En les groupant selon l'ordre de couleur sur agar-glycose on aurait: *Coccomyxa Solorinae croceae* (vert noir), *C. Solorinae* (vert foncé), *C. S. saccatae* (vert herbe), *C. gracilis* (vert pomme), *C. pallescens* (vert jaune), *C. viridis* (vert olive). Il y a là une superbe gradation de couleurs allant pour les cultures qui n'ont pas plus de deux mois du vert noir au vert jaune olive, les races qui supportent le mieux la nourriture sucrée étant celles qui ont été extraites de l'intérieur des lichens avec lesquelles elles vivent comme gonidies.

On trouve depuis **Bornet** dans les ouvrages de lichénologie ou de botanique générale l'indication que des lichens *Solorina* ont des gonidies du genre *Dactylococcus*. **Bornet**[1]) a reconnu que ces gonidies se divisent d'une manière analogue à ce que **Naegeli**[2]) a décrit et figuré pour son genre *Dactylococcus*. Autant qu'on peut en juger, d'après les échantillons d'herbier, le *S. crocea* Ach., le *Nephroma arcticum* Fr. et le *Psoroma sphinctrinum* Nym. ont des gonidies tout à fait semblables à celles-ci. **Zahlbruckner** indique avec moins de prudence que **Bornet**, qui n'a pas conclu à l'identité, que *Dactylococcus infusionum* Naeg. fait partie de la symbiose de *Nephroma, Solorina* et *Psoroma*; mais il est à peine besoin d'insister sur les différences; le *D. infusionum* Naegeli (l. c. Tab. III, fig. b.) montre un pyrénoïde très distinct et nos expériences ne laissent aucun doute sur ce point que *Dactylococcus infusionum* est un stade de *Scenedesmus* et plus particulièrement du *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz.

J'ai encore isolé un *Coccomyxa, C. thallosa* Chod. (n° 122 de la Collection) qui fournit au bout de deux mois des disques vert pomme assez épais, umbonés, un peu pâlissant vers le centre, et qui présente dans ses premières phases cellulaires certaines particularités, plus prononcées que dans les autres espèces et qui méritent d'être signalées. Comme dans les autres espèces la cellule mère se divise dans son intérieur, tout d'abord transversalement puis obliquement en deux, rarement en quatre spores, qui deviennent rapidement des autospores. Mais les cellules filles au lieu de se disperser lors de la rupture de la membrane de la cellule mère restent plus souvent associées à la façon des cellules filles (spores) d'un *Dictyosphaerium* Naeg. ou d'un *Stichogloea* Chod.; la membrane gélifiée de la cellule persiste sous la forme d'un lambeau, auquel s'attachent les cellules filles. Il se constitue ainsi de petits thalles, dont les cellules, répétant le même phénomène, se ramifient et s'étendent parfois jusqu'à former un petit cénobe gélatineux lobé et bordé de cellules dactylococcoïdes. Ces thalles-cénobes sont d'ailleurs excessivement fragiles et leur gelée déliquescente. Quand on les cherche on les trouve aussi, au moins à l'état rudimentaire, chez les autres espèces de *Coccomyxa*. Le bleu de méthylène les met en évidence.

C'est aussi vers les *Coccomyxa* qu'il faut ramener le *Dactylococcus lacustris* Chod.[3])

---

[1]) **Bornet**, Gonidies des lichens, Annales des Sciences Naturelles, l. c.

[2]) **Naegeli**, Gattungen einzelliger Algen, Zürich (1848), 86, Tab. III, fig. F.

[3]) **Chodat**, R., Etudes de Biologie lacustre. Bull. Herb. Boissier V (1897), 120, Tab. XI, fig. 7 et 8.

Protococcus viridis Ag.

Cette espèce nommée jusqu'ici par presque tous les algologues *Pleurococcus vulgaris* et que j'ai définie sous le nom de *Pleurococcus Naegelii* abonde sur les écorces des arbres, dans l'Europe moyenne; elle s'y trouve mélangée à d'autres espèces avec lesquelles elle a pu être confondue. Ce sont: 1° *Pleurococcus vulgaris* Menegh.[1]) (non Naeg.) à chromatophore étoilé. 2° des états de *Schizogonium murale* Kütz. — 3° des stades unicellulaires ou pauci-cellulaires de l'*Heterococcus viridis* Chod. — 4° les stades les plus simples du *Coccobotrys Verrucariae* Chod. — 5° d'autres algues inférieures encore peu connues.

Tel que nous le considérons ici d'après les résultats de cultures qui remontent maintenant à plus de dix ans, le *Protococcus viridis* Ag. ne produit pas de spores, ou tout au moins il n'en a jamais produit dans nos cultures sur agar ou sur gélatine, ni dans les milieux liquides. Les spores qui ont été décrites doivent être rapportées à une espèce de *Coccobotrys* qui se trouve souvent sur les mêmes écorces et qui ne possède pas de pyrénoïde. Cette espèce présente, en mélange avec le *Protococcus viridis* Ag. une grand analogie. Le *P. viridis* Ag. produit, mais souvent très difficilement, de courts filaments. Très probablement dans leur milieu naturel, ces filaments on pu être confondus avec ceux du *Heterococcus viridis* Chod. lesquels se forment beaucoup plus abondamment et qui à ce moment ressemblent excessivement au *Protococcus viridis* Ag. filamenteux.

Tout récemment Wille a, par l'examen authentique des matériaux d'Agardh démontré que le *P. viridis* de cet auteur n'est autre chose que le *Protococcus Naegelii* Chod. (*P. vulgaris* Naeg. non Meneghini). Si par conséquent nous suivons les règles généralement adoptées de la nomenclature, le binôme *Protococcus viridis* Ag. a la priorité. Mais alors les termes de *Protococcus* et de *Pleurococcus*, au sens des algologues contemporains, perdent toute leur valeur. Le genre *Protococcus* a été fondé par Agardh, à propos de ce *P. viridis* (l. c. 13). Si donc cette espèce cesse d'être une Protococcacée au sens moderne du mot, il faut abandonner ce terme pour désigner une famille. Car son emploi ultérieur amènerait à trop de complications. D'ailleurs ce terme de *Protococcus* a été utilisé dans des sens si différents qu'il ne sera pas fâcheux de le remplacer, au moins dans

[1]) Agardh, Systema Algarum (1824), 13, non aliorum auctorum. — *Pleurococcus vulgaris* Naeg. non Menegh., Einzellige Alg. (1848), 86, III fig. F. — *Pleurococcus Naegelii* Chodat, Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées, Bull. Herb. Boissier II (1894), 614 tab. XXIV, fig. 1 à 28 — Algues vertes de la Suisse, id., Beiträge I (1902), 281, fig. 195 (excl. j (?)).

l'acception familiale, par un mot moins équivoque. L'emploi ultérieur du terme Protococcacées si nous acceptons l'identification de Wille amènerait à trop de confusions. Je propose de renoncer au terme de Protococcacée et de Pleurococcacée qui sont maintenant inadéquats.

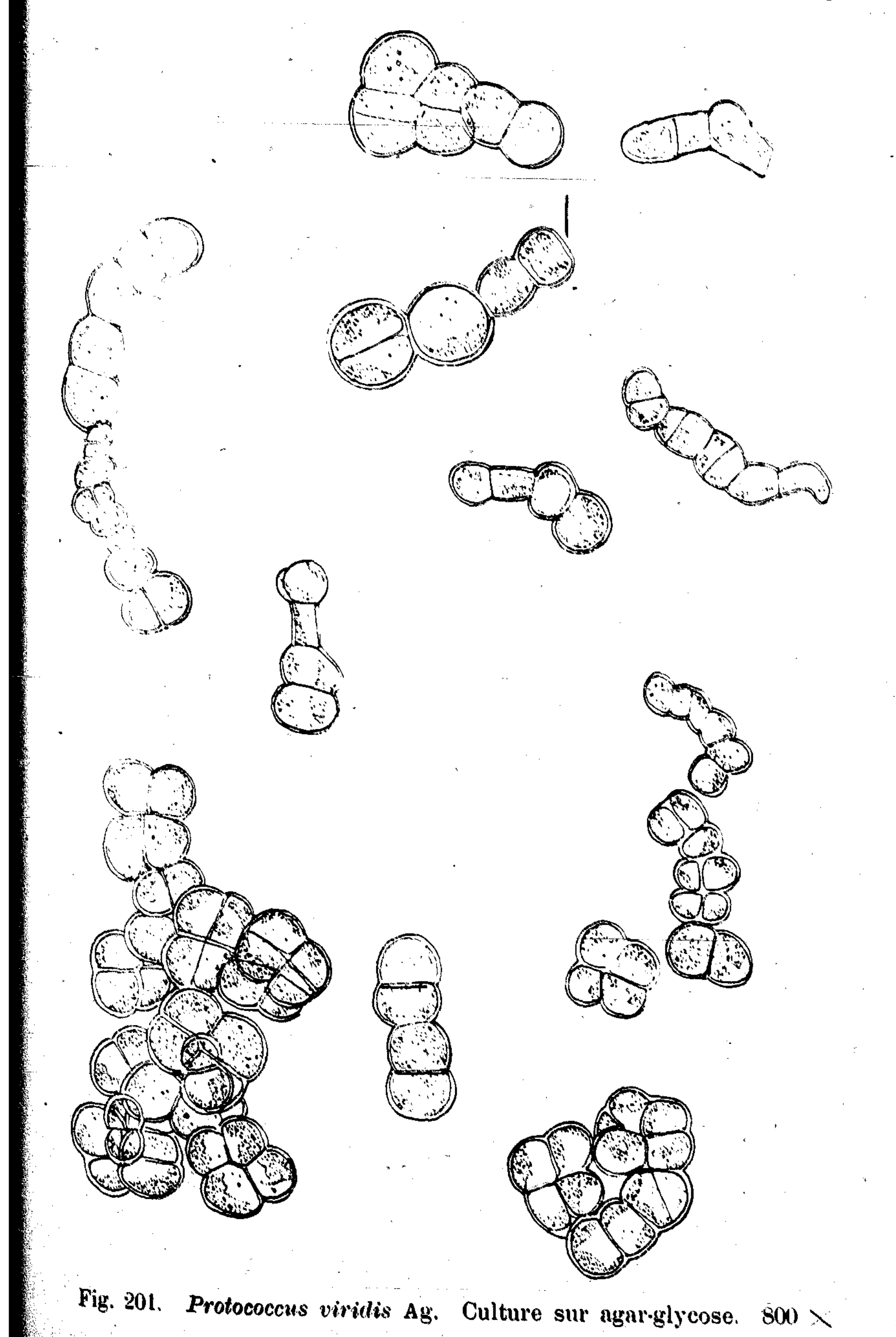


Fig. 201. *Protococcus viridis* Ag. Culture sur agar-glycose. 800 ×

Il vaut mieux appeler Cystosporées les anciennes Protococcacées d'après leur pouvoir de produire des spores et des zoospores à l'intérieur d'une cellule mère, par rénovation à l'intérieur d'un cyste. On pourra diviser ces dernières en Cystosporées aplanosporées et Cystosporées planosporées. On opposerait tout naturellement à ces groupes, aisés à définir, celui des «Pariétales»: Algues Chlorophycées qui présentent un véritable cloisonnement de leur thalle.

Ce serait un groupe à substituer à mes Pleurococcoïdes.

Chlorophycées

A. Euchlorophycées.

A. I. Cystosporées. Cellules isolées ou groupées en cénobe passager ou défini, ne présentant jamais de vrai cloisonnement persistant, se multipliant par zoospores, aplanospores, autospores ou autocolonies.

A. II. Pariétales. Cellules isolées se multipliant par un vrai cloisonnement, suivi ou non d'une désarticulation des produits de la segmentation; thalles filamenteux, simples ou ramifiés, rarement foliacés. Multiplication par désarticulation du filament, par aplanospores, par zoospores, parfois sexualité.

J'ai en culture deux races de cette espèce: *Protococcus viridis* Ag. et *P. viridis* Ag. var. *quaternus* Chod. (n° 26 et n° 27 de la Collection). L'une et l'autre se laissent cultiver sur les milieux glycosés. La croissance des colonies sur agar-glycose est lente. En trois mois ces colonies atteignent à peine 1 à 2 mm d'épaisseur. Cette croissance est toujours lente, aussi longtemps que le milieu de culture ne s'est pas suffisamment désséché c'est-à-dire pour aussi longtemps qu'il n'a pas été réduit au tiers de son épaisseur. Au bout de quinze mois, les colonies atteignent 4 à 5 mm de diamètre. Il est toujours évident, à chaque nouvelle réinoculation, que la multiplication active des cellules ne se fait que vers le moment où l'eau a diminué beaucoup dans le milieu de culture. La croissance des colonies se fait en s'élevant au-dessus du substratum; cette algue se comporte donc comme une algue aérienne.

Mais il s'en faut de beaucoup que l'addition de glycose accélère considérablement la croissance de ces colonies. Ces dernières en présence du glycose sont cependant un peu plus grosses que sur agar sans sucre. Les cultures sur gélatine réussissent un peu mieux. Mais l'addition de peptone à l'agar-glycose n'a qu'un effet nocif. Sur ce milieu la croissance est minime ou ne se fait pas.

La production de filaments qu'on a constatée et sur laquelle j'ai porté tout particulièrement mon attention peut sur milieux agarisés cesser complètement. L'observateur qui examine la poussière

verte qu'on enlève de dessus ce milieu pourra comme Beijerinck[1]) sur des centaines de petits paquets d'algues n'en pas trouver un seul qui se prolongerait en filaments. Il en conclura à l'incapacité de cette algue de produire des filaments et arrivera de bonne foi à cette conclusion qu'en affirmant le contraire je me suis trompé. Cependant déjà Senn[2]) en 1899, Farmer et Miss Pertz[3]) en 1897 et récemment Treboux[4]) sont arrivés au même résultat que moi.

J'ai déjà indiqué autre part que dans la gélatine les filaments se forment plus régulièrement. Mais pour rencontrer beaucoup de ces trichomes, il faut s'adresser aux cellules qui se sont développées dans la profondeur de l'agar ou de la gélatine nutritifs. On trouvera alors un grand nombre de thalles filamenteux, isolés ou associés aux thalles en paquets si caractéristiques pour cette espèce (fig. 201). Ainsi tombe l'objection de Beijerinck. Il ne se forme jamais de pyrénoïde mais parfois des granules d'amidon en petit nombre. Ses résultats négatifs quant à la production de filaments s'expliquent, s'il n'a pas cherché les cellules en question dans l'intérieur du milieu nutritif[5]). La production des filaments est aussi favorisée par l'emploi des milieux liquides. Aujourd'hui la plupart des algologues reconnaissent le bien-fondé de mon observation. Je n'ai cependant pas obtenu à partir de mes deux races en culture pure, les spores dont il a été question en 1894[6]). Faut-il dès lors admettre que l'observation faite sur du matériel non complètement trié est inexacte ou faut-il supposer une race particulière?

Des deux races en culture, le n° 26 produit plus facilement des filaments que le n° 27; on pourrait donc supposer qu'il y a là deux types dont l'un aurait poussé la réduction jusqu'à ne produire que rarement et difficilement des filaments. On pourrait dès lors supposer l'existence de races chez lesquelles ces filaments ne se formeraient plus, mais ces races sont encore à découvrir. Si même on les trouvait,

[1]) Beijerinck, *Pleurococcus vulgaris*, C. B. für Bakteriologie, II. Abteil. IV (1898), 787.

[2]) Senn, Coloniebildende Algen.

[3]) Nature, 56 (1897) 602.

[4]) Treboux, B. d. d. bot. Ges. (1911) 76:

Dagegen bei *Pleurococcus vulgaris* Naeg. = *P. Naegelii* Chod., für welche Chodat die Fadenbildung nachgewiesen hat, habe ich eine solche in flüssigen Medien häufig beobachten können. Ansätze zur Fadenbildung trifft man auch bei der im Freien auf Baumstämmen wachsenden Alge. Da noch in letzter Zeit die Fähigkeit dieser Alge, kurze Fäden zu bilden, bezweifelt wurde, so war vielleicht nicht überflüssig, dieselbe nochmals hervorzuheben.

[5]) Chodat, R., Etude critique et expérimentale l. c. (Pl. I, A—F).

[6]) Chodat, R., Matériaux pour servir à l'Histoire, etc. Bull. de l'Herbier Boissier II (1894), 614, tab. 29, fig. 9—19.

cela ne serait pas suffisant pour retenir le *Protococcus viridis* parmi les Pleurococacées de Wille. Aucun des genres que Wille a associés au genre *Pleurococcus* auct. ne possède de vrai cloisonnement; aucun ne produit de vrais filaments. C'est vers les Chétophoracées que vont les vrais *Protococcus viridis* Ag.

On a prétendu que cette espèce ou une espèce attribuée au genre *Pleurococcus* de Meneghini ferait partie de l'association connue sous le nom de lichen dans les genres *Catillaria*, *Acarospora*, *Dermatocarpon* et *Endocarpon*. Dans tous les cas il ne peut s'agir du *Protococcus viridis* Ag. *(Pleurococcus Naegelii* Chod.); pour ce qui est des genres lichens Pyrenocarpés: *Dermatocarpon* et *Endocarpon*, l'analyse que j'ai faite du *D. miniatum* (L. L.) Mann, montre qu'il ne peut s'agir que d'une espèce de gonidie affine ou identique au *Coccobotrys viridis* Chod. Comme je n'ai pas encore pu obtenir des cultures pures de cette gonidie, je ne puis me prononcer sur ce point de savoir s'il y a une ou plusieurs espèces élémentaires de *Coccobotrys* qui fonctionnent comme gonidies dans les lichens; mais je ne puis assurer que pour les genres énumérés les *Pleurococcus*-gonidies des auteurs ne sont ni le *Pleurococcus vulgaris* Naeg., ni le *P. Naegelii* Chodat. On peut dès lors se demander s'il existe des lichens qui utilisent le *Protococcus viridis* Ag. comme gonidies? Cette observation montre bien combien nous sommes encore peu avancés dans la connaissance des gonidies des lichens.

À propos du Système des Algues vertes.

Rien de plus compliqué que les systèmes des Algues vertes proposés par les auteurs modernes qui se sont occupés de ces matières. Le dernier paru, Wille «Conjugatae und Chlorophyceae», peut nous servir de base pour la discussion: il résume l'ensemble de nos connaissances. On peut dire de cette mise au point du système de cet auteur publié en 1910 dans Engler et Prantl., Nat. Pflz. Fam., I. Teil, Abt. 2, qu'elle est soigneusement faite, qu'elle est aussi complète que possible et qu'elle rendra d'appréciables services aux débutants perdus dans le fatras de la bibliographie. Mais j'ai hâte d'ajouter que les défauts qui étaient déjà très visibles dans la 1re édition sont aggravés dans la seconde. L'auteur n'a pas su utiliser les études fondamentales si suggestives de Luther sur les Hétérocontes[1]) et je me permets d'ajouter qu'il n'a pas su reconnaître l'importance à attribuer à une différence sur laquelle j'ai particulièrement attiré l'attention des algologues, celle qui existe entre la division *pleurococcoïde* et *protococcoïde*. Je m'expliquerai tout à l'heure plus amplement.

Wille (l. c., pg. 1) explique son mode de grouper les espèces en ces termes. Je traduis mot à mot: «Tous sont d'accord qu'un système phylogénétique doit être établi, ou tout au moins établi comme on doit l'admettre au point de vue phylogénétique. Pour atteindre à un groupement systématique, on peut procéder de deux manières; d'après l'une, on établit d'une manière doctrinaire des caractères distinctifs pour séparer les unités systématiques supérieures, et les unités systématiques de dignité inférieures sont plus tard, dans la mesure où elles s'associent le mieux entre elles, disposées parmi les groupes supérieurs. Cette méthode, qui fut aussi appliquée par Linné dans son système artificiel, ne fournit pas malheureusement un système phylogénétique et naturel, mais un système absolument artificiel, ainsi lorsque chez les plantes supérieures les étamines ou chez les Algues les *cils sont utilisés comme caractères principaux.*

«Selon la seconde méthode, on commence par les espèces, on les groupe en genres, on associe ces derniers en famille qu'on essaye de

[1]) Luther, A. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. B. 24 (1899).

circonscrire, et, après évaluation exacte des caractères qui, à l'intérieur de chaque groupe, sont plus ou moins variables ou constants, les familles sont disposées en séries. »

Wille dit avoir préféré la seconde méthode (l. c., 2).

Je voudrais, avant de commencer la discussion, me défendre de cette idée que, dans l'établissement d'une classification, je procéderais en partant d'une préoccupation phylogénétique. Toute vraie classification, tout honnête groupement doit avoir été fait en dehors de toute préoccupation philosophique. Il s'agit dans une classification de grouper selon le degré de ressemblance, en utilisant tous les caractères susceptibles d'évaluation inéquivoque. La valeur de chaque caractère dans la classification sera déterminée par son degré d'universalité. D'autre part, on tiendra compte, non pas seulement de caractères choisis arbitrairement, mais on les choisira dans la mesure où ils sont associés à d'autres caractères qui en dépendent, les accompagnent et les vérifient.

On n'aura pas d'égard aux ressemblances purement extérieures. On évitera, par exemple, de croire que le stade unicellulaire soit en lui-même un caractère de premier ordre, sachant que ce caractère apparaît dans différents groupes d'Algues bien définis:

Porphyridium (Algues rouges),
Phaeococcus (Algues brunes),
Chlorella (Algues vertes).

Il ne me paraît pas que Wille ait mis à exécution son programme qui est en lui-même acceptable. Il a trop tenu compte de caractères épharmoniques, de convergence.

Cet algologue croit trop fortement à l'existence d'un petit nombre d'espèces: « Es ist offenbar in der Jetztzeit eine Neigung vorhanden, gute Arten als Gattungen und Individuen als Varietäten oder Arten zu beschreiben. Es ist jedoch noch nicht zulässig, die Resultate der experimentellen Forschung über die Elementararten der höheren Pflanzen ohne weiteres in die Algologie zu übertragen; es fehlt ja beinahe ganz an Kulturversuchen, um die Existenz der Konstanz der Elementararten bei Algen nachzuweisen. Wir wissen noch lange nicht genug darüber, welchen Einfluss die äusseren Bedingungen auf die Ausgestaltungen der Algen ausüben können.»

Il faut reconnaître avec Wille que plus d'un des algologues modernes décrivent comme nouveautés des individus un peu aberrants. Ce sont ces algologues qui ne font jamais l'étude de l'évolution des organismes et qui traitent de cette science comme si elle consistait en une énumération d'objets. Ils procèdent à la manière de collectionneurs de timbres-poste ou de celui qui classifie des médailles

L'algologie est encombrée de ces amateurs distingués qui sauvent leur insuffisance par une documentation bibliographique qui en impose aux débutants.

Wille n'est pas de ceux-là. Mais il aurait dû songer que, dans le domaine connexe des mycètes, les espèces morphologiques, culturales et physiologiques sont nombreuses. Je prends comme exemple les bactéries ou les saccharomycètes.

Il y a donc forte présomption en faveur de l'idée qu'à l'intérieur d'un genre il peut y avoir beaucoup d'espèces élémentaires.

Ce que Wille aurait pu dire, c'est que la méthode habituelle d'observation est insuffisante pour élucider, chez les Algues inférieures, le problème de la valeur spécifique. Je m'étais efforcé de faire ressortir ce point particulier dans mon Mémoire sur le « Polymorphisme des Algues ». Je l'ai développé plus haut et lui ai donné une base expérimentale irréfutable.

Il y a plus d'espèces d'algues inférieures que les méthodes de l'inspection au microscope ne peuvent en reconnaître. Nous sommes seulement au début d'un superbe champ d'investigation.

Quant aux effets des conditions de culture, on a vu dans mes Monographies combien certaines de ces plantes sont plastiques. Il devient dès lors évident que la délimitation spécifique est affaire d'expérimentation et que tout le verbiage des algologues de l'ancienne école n'y peut rien changer. Tout travail d'algologie fait en dehors des cultures pures est, au point de vue spécifique, provisoire et douteux. Les auteurs qui trouvent nos méthodes trop longues, feront bien de chercher un champ d'étude plus facile. Ce n'est pas leurs citations bibliographiques plus ou moins vérifiées qui nous en imposeront. On ne peut affirmer dans l'état actuel de la science la dignité systématique d'une forme observée d'algue verte inférieure que lorsque cette observation aura été contrôlée à partir de cultures pures!

Quel mycologue sans cultures oserait publier de nouvelles espèces de Mucorinées, d'Hyphomycètes, etc.?

Aussi me dispenserai-je en général de *discuter* ici de la valeur *spécifique* supposée des formes décrites dans les longues listes des collectionneurs des deux mondes. Je n'utiliserai leurs observations qu'au point de vue de la classification générique et du groupement des familles.

Quand Wille dit qu'il faut d'abord commencer avec les espèces, il émet une prétention qu'il est incapable de réaliser lui-même puisque, se passant de cultures pures, il ignore l'amplitude des variations

de ses espèces; il s'expose à confondre plusieurs espèces. Tout ce qui précède est la démonstration de ce que j'avance ici.

Il ne peut s'agir dans l'exposé de Wille, comme dans celui de tous les autres algologues, que d'espèces plus ou moins hypothétiques, tout au moins provisoires, très souvent d'espèces collectives.

Mais ces réserves étant faites, on peut chercher à évaluer pour une classification les degrés de ressemblance ou de dissemblance des objets observés en nature.

Admettons avec Wille que le nombre des cils à lui seul ne suffise pas comme caractère principal de classification. Mais si, à ce caractère du nombre et de la position des cils, viennent s'adjoindre d'autres caractères qui le complètent, ce caractère prend une importance capitale.

Ainsi, dans les Volvocées de Wille les genres *Gonium* Müll., *Platydorina* Kof., *Eudorina* Ehrb., *Pandorina* Bory, *Volvox* L., *Pleodorina* Schaw. ont tous deux cils par cellule et un pyrénoïde central, tandis que *Mastigosphaera* Schewk., n'a qu'un cil et un pyrénoïde latéral (?). — De même dans *Xanthodiscus Lauterbachii* Schew. et dans *Mesostigma* Lautb. les deux cils naissent latéralement sur le corps aplati. On indique pour ces espèces des sortes de pyrénoïdes. Quoi qu'il en soit, si on suivait la méthode de Wille, on aurait répugnance à jeter dans un même groupe des genres si affines que les Volvoceae citées en premier lieu et ces espèces de Flagellées vertes ou vert bleuâtre monociliées ou irrégulièrement biciliées. Dans tous les cas, il conviendrait de séparer ces derniers en une série aberrante, sinon toute la diagnose des vraies Volvoceae devient caduque.

Pour moi, ces genres aberrants doivent être rapportés aux Flagellées proprement dites.

La famille des Tétrasporacées, selon Wille, contient les choses les plus invraisemblables:

Prasinocladus Kuck. et *Euglenopsis* Davis. qui par leur mode de division, l'absence de pyrénoïde et d'amidon sont également des Flagellées proprement dites,

Ecballiocystis Bohlin, — *Collinsiella* Setch. et Gardn, dont la morphologie, le chromatophore en haut de la cellule et le pyrénoïde, le mode de division en font une espèce voisine de *Hydrurus* (Flagellée brune), — *Dictyosphaerium* Naegeli (voir plus haut Monographie, pg. 123) qui est une Cystoporée typique, tous ces genres hétéroclites associés aux vraies Tétrasporacées, *Tetraspora* Link., *Stapfia* Chod., *Apiocystis* Naeg. et *Schizochlamys* A. Br., *Palmella* (Lyngb.) Chod. Il me faudrait plus de place que je n'en dispose pour montrer

tout l'artificiel de ce groupement des « Tetrasporaceae » de **Wille** où des Pleurococcoïdes comme *Planophila* Gerneck et *Chlorosarcina* Gern. voisinent avec de vraies Palmellacées comme *Palmella* (Lyngb.), Chod., *Tetraspora* Link. et *Apiocystis* Naeg.

La famille des Botryococceae est déjà plus naturelle. **Wille** involontairement a reconnu le bien fondé du groupe des **Heterokontae** de **Luther**, car il rapproche de *Chlorosaccus* Luther, dont les zoospores sont à deux cils asymétriques, sans pyrénoïde et sans amidon, les genres *Mischococcus* Naeg., également sans amidon et à chromatophore jaune verdâtre, *Stichogloea* Chod. et *Botryococcus* Kütz., chez lesquels manque également l'amidon et dont la couleur du chromatophore est jaunâtre ou vert livide ou vert bleuâtre.

Il y a là une concession importante et l'aveu involontaire de la valeur de l'hypothèse de **Luther** (Hétérokontes).

Je n'ose dire ce que je pense des « Pleurococcoceae » de **Wille**. On y voit accouplés :

Pleurococcus Naegelii avec sa division végétative (v. sub *Pleurococcus*) — *Gloeotaenium* Hansgirg qui n'est guère qu'un *Oocystis* à membrane différenciée et à chromatophore à pyrénoïde distinct. — *Coccomyxa* Schmidle, genre voisin de *Raphidium* (voir sub *Coccomyxa*). — *Chlorobotrys* Bohlin, qui est une plante sans pyrénoïde, sans amidon, qu'avec beaucoup de raison **Bohlin** avait rapprochée de *Chlorosaccus* et cependant **Wille** n'hésite pas à la mettre parmi des plantes à pyrénoïdes et à amidon, quoiqu'elle manque de pyrénoïde.

C'est le plus hétéroclite assemblage qu'on puisse imaginer.

Dans ses « Protococcaceae » il fait également entrer des Flagellées sans pyrénoïdes et sans amidon munies d'un cil ou de deux cils inégaux comme :

Botrydiopsis arhiza Borzi, *Polychloris* Borzi, *Characiopsis* Borzi, *Chlorothecium* Borzi, *Peroniella* Gobi et *Stipitococcus* W. et G. S. West qui, de l'avis unanime des autres algologues, vont dans les Flagellées affines aux Hétérokontes.

On pourrait hésiter à propos de questions de classification si l'auteur avait réussi à grouper ses genres en séries naturelles; mais l'observateur le plus inattentif sera frappé de l'incohérence de ces groupements.

C'est par une violence tout aussi grande, faite aux principes d'une classification naturelle, qu'il détache les Ophiocytiacées de leurs alliés les Conferves. Sans aller aussi loin que certains auteurs qui

font des *Ophiocytium* Naeg. et des *Tribonema* Derb. Sol. *(Conferv*
un seul et même groupe, il faut reconnaître avec tous les algo-
logues modernes que ce genre *Ophyocytium* n'est guère qu'une ré-
duction des Conferves.

Pour ne pas nous écarter de ce sujet, disons que de réunir les *Tribonema* Derb. Sol. *(Conferva)*, les *Bumilleria* Borzi, avec leurs deux cils inégaux et leurs chromatophores multiples sans pyrénoïdes et sans amidon aux *Ulothrix* Kütz. avec leurs zoospores 4 ciliées, à pyrénoïdes et aux *Hormidium* symétriquement biciliés, me paraît tout aussi fâcheux et contraire à toute bonne systématique. Je doute fort que les algologues compétents suivent Wille en adoptant ses groupements artificiels.

Je le répète, le défaut essentiel de la classification de Wille, c'est d'avoir méconnu l'importance du caractère de la position des cils et de la symétrie de la zoospore. Tous ceux qui ont eu à s'occuper de classifications savent que *si un caractère est susceptible d'en faire prévoir d'autres*, il a une réelle valeur systématique. Ainsi, une plante qui a dans sa fleur un ovaire divisé par une fausse cloison, à laquelle sont attachés des ovules campylotropes, a aussi 4 sépales et 4 pétales, 6 étamines dont deux plus courtes, des cellules ferment et des glycosides sulfurées, des poils non cloisonnés et un embryon courbé. Utiliser pour la classification un caractère choisi n'est pas faire de la classification artificielle, si ce caractère est lié, s'il est en rapport constant avec d'autres caractères comme dans le cas que je viens de citer.

Or nous savons qu'une Algue inférieure qui possède à sa zoospore deux cils inégaux ne produit jamais de pyrénoïde ni de véritable amidon; que dans cette algue les réserves hydrocarbonées sont de l'huile ou d'autres matières grasses, que le chromatophore a le plus souvent une teinte jaunâtre ou livide, ou au moins qu'il n'est pas d'un vert franc.

Si nous pouvons, par ce caractère unique, prévoir plusieurs autres particularités, n'est-ce pas que ce signe a une réelle valeur systématique?

Mais chacun sait que la famille la mieux définie compte des représentants authentiques qui échappent à la diagnose choisie pour un ou deux signes, tout en se conformant à la règle pour les autres. Ainsi, toutes les Crucifères n'ont pas que 6 étamines, etc. Ici de même nous n'hésiterons pas à grouper autour des Hétérokontes les Algues qui, tout en n'ayant pas de zoospores, à l'inspection desquelles on puisse reconnaître clairement leur attribution aux Algues à cils inégaux, présentent plusieurs chromatophores de couleur livide, jaun

ou brunâtres, vert bleuâtre mais non franchement verts, et, comme réserve hydrocarbonée, de l'huile ou un autre corps gras. Wille, d'ailleurs, a inconsciemment reconnu le bien-fondé de cette conclusion en mettant dans une même famille, celle des Botryococcées, *Chlorosaccus* Luther, avec ses zoospores à deux cils inégaux *Stichogloea* et *Botryococcus* dont on ne connaît pas les zoospores ou qui n'en fabriquent pas.

J'ai déjà, dans le « Polymorphisme des Algues », donné une esquisse de ma classification. Je n'ai que peu à changer aux grandes lignes de celle-ci, quand même Wille semble l'avoir complètement ignorée.

Je me sens fortifié dans ma conviction qu'il faut définitivement sortir des Chlorophycées, les Hétérokontes de Luther et tous leurs alliés pour les mettre à la base des Phéophycées. Il m'est indifférent qu'on les réunisse à ce groupe ou qu'on les en rapproche seulement. C'est une question de mesure. Mais il me paraît impossible de ne pas saisir l'extrême analogie qui réunit, d'une part, les Phéophycées inférieures, les Ectocarpées, p. ex., par la forme de leurs zoospores et l'insertion des cils, comme par l'absence de vrais pyrénoïdes et d'amidon proprement dit, avec la plupart des Flagellées jaunes ou jaune brunâtre et par eux avec les Hétérokontes que la plupart des auteurs, par tradition, laissent encore parmi les Chlorophycées. Je n'ai pas hésité, dans mes « Principes de Botanique », [1]) puis dans « Le Polymorphisme des Algues », à procéder ainsi, étant persuadé que dans un avenir qui n'est pas éloigné tous les algologues compétents seront de mon opinion.

Si l'on procède ainsi, tout le système prend une grande clarté; les genres se groupent tout naturellement.

On saisit alors qu'aux deux grands groupes d'Algues zoosporées, les Chlorophycées et les Phéophycées, correspondent des Flagellées particulières; aux Chlorophycées, les Volvocinées mobiles, unicellulaires ou en colonies; aux Phéophycées, les Flagellées jaunes ou jaunâtres proprement dites, comme les Chrysomonadinées [2]) et les Cryptomonadinées, etc.

Dès qu'on a saisi ce point essentiel, il n'est plus difficile de reconnaître les affinités multiples qui associent les *Chloramoeba* et leurs alliés aux Chrysomonadinées, à tel point que les limites sont difficiles à établir entre les deux séries, les Hétérokontes verts livides et les Hétérokontes franchement jaunes.

---

[1]) Chodat, A., Principes de Botanique, Paris et Genève (1907), (1909).

[2]) Pascher, A., Chrysomonaden des Hirschberger Grossteiches (1910) — Pascher et Lemmermann, in Pascher, Die Süsswasserflora, Heft 2, Flagellatae (1913).

Parmi ces dernières, on trouve de singulières plantes que Wille lui-même a quelque peine à accepter parmi les Chlorophycées; je veux parler de cellules comme le *Phaeodactylon* Bohlin, dont cet auteur dit: « Diese Gattung gehört kaum zu den Chlorophyceen; die systematische Stellung ist sehr unsicher; sie würde am besten zu den braunen Algen gerechnet werden (l. c., 61). »

Mais on peut dire la même chose de *Centritractus* Lemm. conservé provisoirement par Wille parmi les Chlorophycées. Il n'y a pas de doute que sa place est à côté de *Sciadium* et d'*Ophiocytium*, le mode de désarticulation de la membrane est bien celui que Bohlin a décrit pour ce genre et qui, à côté des autres caractères, le relie étroitement au genre *Conferva* Mais Wille laisse encore dans divers groupes et familles de ses Chlorophycées des Algues sans zoospores, il est vrai, mais qui, par leur contenu cellulaire, vont encore avec plus de raison vers *Chloramoeba* que *Stichogloea* ou *Botryococcus*. Je veux parler des genres:

Chlorobotrys Bohl., *Meringosphaera* Lohmann, *Franceia* ? Lemm., *Pelagocystis* Lohm. Le ou les chromatophores jaunâtres ou livides, l'absence de pyrénoïdes et d'amidon, et, dans *Chlorobotrys*, le mode d'exuviation, la présence de l'huile, en font des plantes très voisines des états immobiles des Hétérokontes et des Chrysomonadées.

J'ajoute que tout le groupe des *Characiopsis* Borzi caractérisé par un cil unique à la zoospore et par une réelle unité de structure du contenu cellulaire, couleur, chromatophore, mode de dissémination, doit aussi aller dans cette direction et y former une série particulière.

Il est bien loin de mon esprit de prétendre que la classification que je propose ne soit pas susceptible d'améliorations de détails et même de modifications sérieuses. Chaque nouvelle découverte viendra préciser les affinités, remplir les hiatus et donner plus de corps à l'ensemble.

Mais, dans l'état actuel de nos connaissances, elle me paraît donner une idée aussi exacte que possible des affinités entre les genres des Algues inférieures.

Cette classification est d'ailleurs soutenue par les travaux si intéressants de Klebs[1]), Senn[2]) et de M. Pascher[3]) sur les Chrysomonadinées et les Cryptomonadinées. Ce dernier auteur n'hésite pas à rapprocher, il est vrai dans des séries spéciales, les *Cyanomonas* bleu vert, les Phéocapsacées (*Phaeoplax, Phaeococcus, Naegeliella*, *Phaeo*-

[1]) Klebs, Flagellatenstudien, Jahrb. f. wiss. Zoolog. (1892), 55.
[2]) Senn, Flagellées, in Engl. et Prantl. Nat. Pflz. Fam.
[3]) Pascher, Der Grossteich bei Hirschberg in Nord-Böhmen, Leipzig (1910).

cystis, etc.) et les Cryptomonadées proprement dites *(Cryptomonas, Nephroselmis)* avec lesquelles il met en parallèle les Dinoflagellées, le tout présentant des affinités indiscutables vers les Phéophycées, d'une part, vers les Chrysomonadinées, d'autre part. C'est ce que j'ai avancé déjà en 1907, dans mon Système (v. Principes de Botanique, Genève, Ire éd. (1907, pg. 717) et, plus particulièrement, en 1909 dans le Système plus détaillé publié dans le «Polymorphisme» (l. c. (1909), 156). Et parmi les genres étudiés par Pascher, il y a des Algues à un cil comme *Calycomonas* Pasch. (B. d. d. b. G., XXIX (1911), 519), *Chrysopyxis* Stein (l. c., 1909, 249), *Chromulina* Cienk. (l. c., 1909), des algues biciliées à cils inégaux, comme *Ochromonas* Wysotsky, *Phaeomonas* Lohm., *Cryptochrysis* Pascher, *Protochrysis* Pasch. Les hydrates de carbone, quand ils sont figurés, se colorent en rouge violet et non pas en bleu (l. c. (1911), 191). Pour ce qui est des idées de cet auteur, on verra avec fruit le tableau qu'il fait des affinités des Cryptomonadées (l. c. (1911), 203), ou son travail sur les Cryptomonadinées. Ainsi, dans les deux grandes classes des Algues zoosporées, il y a, au début de la classification des unicellulaires ciliés *(Chlamydomonas: Cryptochrysis* Pascher*)*, des unicellulaires ciliés incolores *(Polytoma: Phyllomitus)* dérivant indubitablement des formes colorées comme Chlamydomonadées d'une part et Flagellées colorées d'autre part (v. Senn, in Engl. et Prantl., Nat. Pflz. Fam., Flagellaten). Il y a, dans les deux séries, des formes habituellement palmelloïdes *(Palmella, Tetraspora: Chlorosaccus fluidus* Luther), des formes mobiles ou immobiles plus ou moins associées *(Sphaerocystis* Chod., *Chromulina* Cienk., *Ochromonas sociata* Pascher, *Uroglena* sp) (Pascher, l. c. (1910), 348). On y trouve des colonies mobiles sphériques *(Pandorina: Uroglena Volvox* Ehrb.), des arbuscules à coques ouvertes *(Raphidium f. ramosum* nob. v. Alg. vertes (1902), fig. 89: *Dinobryon* Ehrb.; *Dictyosphaerium* Naeg.: *Mischococcus* Naeg.), des formes immobiles sphériques *(Chlorella* Beijr.: *Chlorobotrys* Bohl.), des formes thalleuses plus ou moins gélatineuses *(Tetraspora* Link.: *Botryococcus* Kütz., *Coccobotrys* Chod.), des formes baculaires *(Raphidium* Kütz.: *Centritractus* Lemm.), baculaires ramifiées *(Tetraedron* Kütz.: *Phaedactylon tricornutum* Bohl.), des formes filamenteuses réduites *(Stichococcus* Naeg. (dérivées d'Ulotrichiacées): *Bumilleria* Borzi (dérivées de *Conferva* etc.).

On peut donc dire que ces deux groupes, dans leurs formes inférieures, présentent un remarquable parallélisme, que chez les deux, les mêmes conditions de la vie aquatique, planctonique ont pour corespectif de mêmes adaptations *(Golenkinia* Chod.: *Meringosphaera* Lohm.). Ce sont ces phénomènes de convergence qui ont amené quelques algologues, en particulier Wille, à réunir ces formes analogues

en groupes artificiels et qui comprennent des plantes d'origine systématique bien différentes.

Quant à ce qui concerne le système des Chlorophycées débarrassées des «allotria» énumérées, je n'ai guère à modifier ce que j'ai avancé précédemment. Il me semble encore aujourd'hui tout aussi important qu'alors de distinguer nettement entre un vrai cloisonnement tel qu'il s'effectue dans le genre *Pleurococcus* et les algues filamenteuses et la multiplication qui se fait exclusivement par spores ou autospores dans ce que j'ai appelé les Protococcoïdées.

Aujourd'hui comme alors, les Palmellacées (Tétrasporées des auteurs) sont si affines aux Volvocinées que la limite est presque impossible à définir. Entre un *Tetraspora* et un *Chlamydomonas* il n'y a guère que des distinctions d'apparence habituelle. Mais il vaut mieux maintenir les deux familles qui «habituellement» se laissent facilement reconnaître. Je maintiens le genre *Sphaerocystis* Chod. que Wille veut contre toute évidence débaptiser en *Gloeococcus* Braun. J'ai déjà expliqué autrefois pour quelle raison le genre d'Al. Braun ne peut être identique à mon genre *Sphaerocystis*. Il y a, il est vrai, analogie de cellules, mais cette analogie est tout aussi grande avec celles de plusieurs Volvocacées à chromatophore en cloche. D'autre part, cette analogie cesse si on compare les états immobiles de *Sphaerocystis* avec leurs cellules sphériques dont les produits de la division se groupent en amas botryoïdes, tandis que les cellules de *Gloeococcus* se comportent exactement comme des états gloeocystis d'un *Chlamydomonas*. D'ailleurs, il n'y a aucune identification possible. *Sphaerocystis* est une algue microscopique du plancton, *Gloeococcus* une masse gélifiée uniforme de la grosseur d'une pomme (A. Br. à cénobes sphériques, l. c.).

Fondée sur le genre *Pleurococcus*, créé par Meneghini à propos du *Pl. vulgaris*, la famille des Pleurococcacées a subi bien des vicissitudes; il vaudrait peut-être mieux la supprimer complètement. Borzi a le premier fait remarquer que le *Pl. vulgaris* Menegh. est une algue dont les chromatophores sont étoilés et qui possède un pyrénoïde. Or on s'est habitué pendant longtemps à cause d'une méprise de Naegeli, continuée par Gay et par presque tous les auteurs, à considérer une autre espèce comme le *P. vulgaris* de Meneghini. J'ai montré qu'il fallait la séparer ou en constituer une espèce particulière que j'ai nommée *P. Naegelii* Chod. Dans les «Etudes critiques et expérimentales sur le Polymorphisme des Algues», j'ai montré que dans les cultures (sans autres algues) le *Pl. vulgaris* Menegh. ou tout au moins ce que j'ai considéré comme tel, est une forme si voisine des *Schizogonium* qu'il est difficile de ne pas admettre un lien géné-

ique, ou tout au moins de la considérer comme appartenant à ce groupe de plantes comme forme réduite. Je pensais alors que les états *Cystococcus* produisant des zoospores pourraient éventuellement appartenir au cycle d'évolution du *Pleurococcus vulgaris* Menegh. Mais depuis lors j'ai obtenu en culture pure des *Cystococcus*, les uns extraits des lichens, les autres directement des substratum inertes qui ne sont certainement pas des stades d'un *Pleurococcus vulgaris* Menegh. (voir pg. 186) et qui jamais ne présentent un vrai cloisonnement. Ce sont des algues à chromatophore étoilé, à pyrénoïde central et qui se multiplient à la facon d'un *Chlorococcum* Comme je ne sais pas qu'on ait obtenu des zoospores à partir d'états pleurococcoïdes, c.-à-d. à partir des paquets 4-cellulaires du type classique du *Pl. vulgaris* Menegh., il devient extrêmement douteux que cette dernière plante soit susceptible de se comporter comme un *Cystococcus*. Il est tout aussi douteux que les cellules arrondies (l. c., pl. III, fig. 14 et fig. 7, pl. IV, fig. 15), dans lesquelles naissent des spores, appartiennent réellement soit au *Pleurococcus vulgaris*, soit au *Schizogonium radicans* (*Hormidium murale* (Lyngb.) Kütz.) Mais je suis toujours du même avis que les formes décrites par moi sous le nom de *Pl. vulgaris* Menegh. doivent entrer comme forme réduite dans *Prasiola* (v. fig. 1–15, tab. II).

Il n'en reste pas moins que les Pleurococcacées des auteurs et en particulier de W i l l e ne comprennent plus l'espèce *Pleurococcus vulgaris* Menegh. Après ce qui a été dit et ce que l'on a vu d'après mes cultures pures, il est tout aussi impossible de maintenir dans un même genre le *Pl. vulgaris* Menegh. et le *Pl Naegelii* Chod. Dans les deux, ainsi qu'on l'a vu, le petit thalle se multiplie par cloisonnement vrai en une petite plaque dont les cellules peuvent se désarticuler. Chacune peut aussi produire des filaments. Mais il y a dans les chromatophores une différence trop essentielle. Ce sont des algues à vrai cloisonnement et qui ne sont guère que des formes réduites de Chlorophycées cloisonnées et filamenteuses.

Dans tous les cas, ni le *P. vulgaris* Menegh., ni le *P. Naegelii* Chod. ne peuvent constituer le type des Pleurococcacées tels qu'ils sont compris dans le système de W i l l e.

Cet auteur y fait rentrer *Gloeotaenium* Hansg. (une espèce voisine de *Oocystis*, donc une Protococcacée), *Pelagocystis* Lohm. qui paraît être une Flagellée azoosporée massive, *Pseudotetraspora* Wille dont la place systématique est très incertaine, mais qui certainement n'a aucune affinité avec *Gloeotaenium* Hansg. Quant aux *Coccomyxa* Schmidle, j'ai montré qu'il s'agit d'une Protococcacée affine aux *Raphidium* Kütz. et aux *Kirchneriella* Schmidle.

Pour, ce qui est de l'*Elakatotrix gelatinosa* Wille, il semble que cette espèce doive se rapprocher de *Raphidonema* Kütz., malgré la présence du pyrénoïde. Mais j'ai peine à croire que l'*E. americana* Wille (*Fusola viridis* Snow) soit voisine de la précédente, son développement étant bien celui d'un *Scenedesmus* à son état *Dactylococcus*, car la segmentation, tout d'abord transversale, se fait ensuite obliquement et les cellules autospores se séparent à la façon d'un *Coccomyxa* Schmidle ou d'un *Raphidium* Kützing. Aussi est-ce avec raison que Collins les met parmi les Scénédesmacées (l. c., p. 167).

La famille des Protococcacées telle qu'elle est maintenant comprise par Wille, comprend des algues unicellulaires dont les cellules à l'état végétatif ne contiennent qu'un noyau et qui se multiplient par zoospores, sans posséder un véritable cloisonnement. Les zoospores possèdent 2 ou 4 cils.

Ce sont mes Protococcacées zoosporées (Polymorph., p. 152). Il faut pour les raisons déjà indiquées (p. 176) leur enlever les genres *Botrydiopsis* Borzi, *Polychloris* Borzi et toutes les Chlorothecieae.

Quant aux *Rhodochytriae*, il est excessivement douteux si vraiment ce sont des Protococcacées incolores. Le gros noyau de *Rhodochytrium* et tout le développement fait plutôt penser à une Chytridiacée. Je ne connais pas de Protophyte à noyau de cette catégorie (v. Griggs R. F., The development and cytology of *Rhodochytrium*, Bot. Gazette, Vol. LIII (1912), 127).

Wille a fait pour mes Protococcacées autosporées, deux familles, les Oocystacées et les Célastracées, entre lesquelles il place les Hydrodictyacées (*Euastropsis* Lag., *Pediastrum* Meyen, *Hydrodictyon* Roth). Il me paraît bien difficile de ne pas considérer les Hydrodictyacées comme des Protococcacées à cénobes et de n'y pas voir une série parallèle à celle des Protococcacées autosporées qui culmine dans le genre *Coelastrum* Naegeli, type parallèle à *Pediastrum* Meyen. J'ai montré comment, par l'augmentation de la concentration du milieu, on peut transformer les *Pediastrum* en des états coelastroïdes. Je n'ai pas à revenir sur cette démonstration trop oubliée par eeux qui se sont occupés des liens qui unissent les divers groupes des Protococcoïdées.

D'autre part, on ne voit pas bien la nécessité de couper en deux les Protococcacées autosporées (Scénédesmacées d'Oltmanns). Car dans les Oocystacées de Wille, les *Oocystis* Braun. sont souvent réunis en une espèce de cénobes; il en est de même des *Richteriella* Lemm. et, dans une certaine mesure, des *Nephrocytium* Naeg. et des *Kirchneriella* Schmidle, tandis que dans les Scénédesmacées de Wille le genre *Scenedesmus* comprend des espèces qui sont plus souvent à

l'état de cellules isolées que de cénobes; il en est certainement de même des *Raphidium* Kütz. (*Ankistrodesmus* Corda).

Je renvoie le lecteur aux «Algues vertes de la Suisse», où j'ai exposé tout au long le mode de formation des cénobes et la signification qu'il faut attacher aux termes d'autospores et d'autocolonies ou auto-cénobes. On a vu d'ailleurs dans mon étude du genre *Scenedesmus* combien le cénobe est susceptible de se modifier. J'ajoute que les *Coelastrum* en culture pure montrent une plasticité étonnante, le cénobe n'étant qu'une morphose induite par le milieu planctonique, c'est-à-dire l'eau très pure.

Des Ulvacées anciennes Wille sort, avec raison, le genre *Prasiola* (Ag.) Menegh. qui va rejoindre les *Schizogonium* Kütz., tandis que *Protoderma* Kütz. est attribué aux Chétophoracées.

Mais je ne saurais souscrire à l'arrangement de Wille quand il réunit sous le nom d'Ulothrichiacées, des Hétérokontes comme *Conferva* (*Tribonema* Sol. Derb.) et *Bumilleria* Borzi avec de vrais *Ulothrix* comme *U. zonata*.

Tandis que je vois avec plaisir qu'il a séparé les *Schizogonium* et les *Prasiola* en une famille différente; c'est ce que j'avais déjà fait en 1902 (Algues vertes de la Suisse).

Les Chétophoracées telles que l'auteur les présente sont à peu près acceptables. Il faut cependant en distraire le genre *Heterococcus* Chod. (*Monocilia* Gerneck) et sans doute aussi *Phaeothamnium* Lag. (voir pag. 177).

Il a aussi, conformément à ce que j'ai fait en 1902, séparé de ce groupe des Chétophoracées les Chroolépidacées avec les genres *Trentepohlia* Mart., *Phycopeltis* Mill. et *Cephaleuros* Kunze.

C'est peut-être avec raison qu'il fait un groupe spécial des Chétopeltidacées qui, par leurs soies particulières, montrent bien les unes vers les autres des affinités incontestables.

Je donne ci-après un résumé du système tel qu'on peut le concevoir aujourd'hui.

CHLOROPHYCÉES

(Voir Chodat, Polymorphisme, l. c., 149.)

A. MEIOTRICHIALES.

Zoospores à deux ou à quatre cils symétriques ou spores sans cils

Série I. Cystosporées.

Jamais de cloisonnement vrai et persistant (rarement pseudo thalles gélatineux, dont chaque cellule est susceptible de se libérer

Sous-série I. Cystosporées zoosporées.

Famille VOLVOCACÉES.

A. Tribu: Polyblepharidées.

Genres: *Polyblepharis* Dang., *Chloraster* Ehrb., *Pyramimonas* Schmarda, *Dunaliella* Teodor.

B. Tribu: Chlamydomonadées.

Genres: *Carteria* Diesing., *Chlamydomonas* Ehrb., *Brachiomonas* Bohl., *Lobomonas* Dang., *Haematococcus* (Ag.) Wille, *Chlorcidium* Dang., *Chlorogonium* Ehrb., *Chloromonas* Gobi. — *Polytoma* Ehrb., *Tetrablepharis* Senn.

C. Tribu: Phacotées.

Genres: *Phacotus* Perty, *Coccomonas* Stein, *Pteromonas* Seligo.

D. Tribu: Volvocées.

Genres: *Gonium* Müll., *Pandorina* Bory, *Stephanosphaera* Cohn, *Eudorina* Ehrb., *Platydorina* Kof., *Pleodorina* Shaw.

Famille PALMELLACÉES.

Genres: *Palmella* (Lyngb.) Chod., *Tetraspora* Link., *Stapfia* Chod. (*Chodatia* Hansg.), *Sphaerocystis* Chod. (*Gloeococcus* Wille non Br.)

Famille CHLOROCOCCACÉES.

Tribu: Endosphérées.

Genres: *Chlorococcum* Fr., *Cystococcus* Naeg., *Chlorochytrium* Cohn., *Kentrosphaera* Borzi, *Chlorocystis* Reinh.(?), *Scotinosphaera* Klebs, *Endosphaera* Klebs, *Phyllobium* Klebs.

Tribu: Characiées.

Genres: *Characium* A. Br. (incertaines: *Sykidion* Wright, *Characiella* Schmidle, *Actidesmium* Reinsch.), *Codiolum* A. Br.

Tribu: Halosphérées.

Genre: *Halosphaera* Schmitz.

Sous-série 2. **Cystosporées autosporées.**

Famille **CÉLASTRACÉES.**

Tribu: Chlorellées.

Chlorella Beijr., *Palmellococcus* Chod., *Placosphaera* Dang. (?), *Radiococcus* Schmidle (*Tetracoccus* West p. p.), *Tetracoccus* West, *Dictyosphaerium* Ehrb.

Tribu: Phythéliées.

Genres: *Golenkinia* Chod., *Phythelios* Frenzel, *Richteriella* Lemm.

Tribu: Oocystées.

Genres: *Oocystis* Naeg., *Lagerheimia* (Toni) Chod., *Chodatella* Lemm., *Bohlinia* Lemm., *Pilidiocystis* Bohlin., *Franceia* Lemm.

Tribu: Coccomyxées.

Genre: *Coccomyxa* Schmidle.

Tribu: Raphidiées.

Raphidium (*Ankistrodesmus* Corda), *Fusola* Snow, *Actinastrum* Lagh., *Nephrocytium* Naeg., *Kirchneriella* Schmidle, *Selenastrum* Reinsch, *Schroederia* Lemm.

Tribu: Scénedesmées.

Scenedesmus Meyen, *Crucigenia* Morren, *Hofmania* Chod., *Tetrastrum* Chod., *Lauterborniella* Schm., *Didymogenes* Schm., *Lemmermannia* Chod.

Tribu: Tétraédrées.

Genre: *Tetraedron* Kütz.

Tribu: Coelastrées.

Coelastrum Naeg, *Burkilia* W. et G. S. West, *Sorastrum* Kütz., *Dimorphococcus* A. Br.

Tribu: Erémosphérées.

Genres: *Eremosphaera* De Bary, *Excentrosphaera* Moore.

Sous-série 3. **Cystosporées hémizoosporées.**

Famille **HYDRODICTYACÉES.**

Tribu: Hydrodictyées.

Genres: *Euastropsis* Lagh., *Pediastrum* Mey., *Hydrodictyon* Roth.

Série II. **Pariétales.** [1])

Famille: ULOTHRICHIACÉES.

Tribu A: Pyrénotrichiales.

Genres: *Ulothrix* Kütz., *Hormidium* Klebs, *Hormospora* Bréb., *Geminella* Turp., *Radiofilum* [2]) Schmidle, *Cylindrocapsa* Reinsch.

Tribu B: Apyrénotrichiales.

Genres: *Stichococcus* Naeg., *Gloeotila* Borzi, *Raphidonema* Lagh., *Catena* Chod.

Famille ULVACÉES.

Genres: *Monostroma* Wittr., *Ulva* Wittr., *Letterstedtia* Aresch., *Enteromorpha* Harw.

Famille: PLEUROCOCCACÉES.

Genres: *Protococcus* Aghd., *Foreliella* Chod.

Famille: PRASIOLACÉES.

Genre: *Prasiola* (*Schizogonium* Kütz.).

Famille: CHÉTOPHORACÉES.

A. Tribu: Chétophorées.

Genres: *Stigeolonium* Kütz., *Iwanoffia* Pascher, *Draparnaldia* Bory, *Endoclonium* Szygm., *Ectochaete* Huber, *Chaetophora* Schrank, *Fridaea* Schmidle, *Pilinia* Kütz., *Thamniochaete* Gay, *Phaeophila* Hauck, *Gonatoblaste* Huber, *Acrochaete* Pringsh., *Bulbocoleon* Pringsh.

B. Tribu: Leptosirées.

Genres: *Entoderma* Lagh., *Trichophilus* Web. v. Bosse, *Chloroclonium* Borzi, *Stereococcus* Kütz., *Pleurothamnion* Borzi, *Leptosira* Borzi, *Sporocladus* Kuckuk, *Gloeoplax* Schmidle, *Zoddaea* Borzi, *Pseudoclonium* Wille, *Pleurastrum* Chod., *Microthamnion* Naeg.

C. Tribu: Ulvellées.

Comme Wille l. c.

D. Tribu: Aphanochétées.

Genre: *Aphanochaete* A. Br.

[1]) Voir pg. 236.

[2]) Voir cependant J. Brunnthaler, Die Algengattung *Radiofilum* Schmidle. Oesterr. bot. Zeitschrift (1913).

E. Tribu: Chétopeltidées.

Genres: *Chaetosphaeridium* Klebh., *Dicoleon* Klebh., *Chaetopeltis* Berth., *Nordstedtia* Borzi, *Polychaetophora* W. et S. West. *Conochaete* Kleb., *Gloeochaete* Lagh, *Dicranochaete* Hier, *Diplochaete* Collins.

Famille: **COLÉOCHÉTACÉES.**

Genre: *Coleochaete* Bréb.

Série III. **Chroolépoïdes.**

Famille: **CHROOLÉPIDACÉES.**

Genres: *Trentepohlia*, *Phycopeltis* Mill., *Cephaleuros* Kunze.

Série IV. **Siphonales.**

Voir Oltmanns l. c. (incl. Siphonocladiées).

B. **PLÉIOTRICHIALES.**

Zoospores à une couronne de cils égaux disposés sous le sommet; oosphères et spermatozoïdes.

Série I. **Oedogoniales.**

Famille: **OEDOGONIACÉES.**

C. **ATRICHIALES.**

Pas de zoospores, ni de spores, conjugaison.

Série I. **Conjugatae.**

Famille: **DESMIDIACÉES.**

Famille: **ZYGNEMACÉES.**

PHÉOPHYCÉES.

Série I. **Diatomales.**

(Baccillariacées auctorum.)

Série II. **Flagellares.**

A. **Eu-flagellées** (incl. Heterokontes).

Famille 1. **DINOFLAGELLATAE** (Peridineae).

Famille 2. **CHLOROMONADACÉES** (biciliées).

Tribu: Chloromonadées.

Genres: *Chloramoeba, Chlorosaccus* Luther.

Tribu: Confervacées.

Genres: *Botrydiopsis* Borzi, *Ophiocytium* Naegeli, *Bumilleria* Borzi, *Conferva* Ag., *Heterococcus* Chod.

Famille 3. **CHLOROTHÉCIACÉES** (Zoospores monociliées).

Genres: *Characiopsis* Borzi, *Chlorothecium* Borzi, *Mischococcus* Naeg., *Racowitziella* De Wild., *Peroniella* Gobi, *Stipitococcus* W. et G. S. West.

Famille 4: **BOTRYOCOCCÉES.**

(Pas de zoospores.)

Chlorobotrys Bohl., *Stichogloea* Chod., *Coccobotrys* Chod., *Monodus* Chod., *Botryococcus* Kütz., *Meringosphaera* Lohm., *Pelagocystis* Lohm., *Phaedactylon* Bohl., *Pseudotetraedron* Pascher.[1]

Famille 5: **CRYPTOMONADACÉES.**

(Voir Pascher et Lemmermann, Flagellatae, in Pascher Die Süsswasserflora (1913), Heft 2.)[2]

Famille 6: **CHRYSOMONADACÉES.**

(Voir Pascher et Lemmermann, l. c.)

Famille 7: **EUGLÉNINACÉES.**

(Voir Pascher et Lemmermann, l. c.)

B. **Phéosporées.**

(Phéophycées proprement dites.) Voir Oltmanns, Algen.

C. **Dictyotales.**

(Voir Oltmanns l. c.)

---

[1]) Pascher, A. Die Heterokontengattung Pseudotetraedron. Hedwigia LIII (1912), 1.

[2]) Voir aussi A. Pascher, Zur Gliederung der Heterokonten. Hedwigia LIII (1912), 6.

Bibliographie récente relative à la classification des Algues.

Chodat, R. On the polymorphism of green Algae and the principles of their evolution. Annals of Botany, 11 (1897).

Luther, A. Über Chlorosaccus, Bihang t. K. Svensk. Vet. Akad. Handl., 24 (1899).

Senn, G. Flagellata, in Engl. et Prantl. Pflz.-Fam., I. Abt. Ia (1900).

Chodat, R. Algues vertes de la Suisse: Pleurococcoïdes, Protococcoïdes, Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, I (1902).

Blackmann, F. F., and Tansley, A. G. A revision of the classification of the green Algae, New Phytologist, I (1902).

Oltmanns, F. Morphologie und Physiologie der Algen (1904—05).

West, G. S. A treatise on the British fresh water Algae (1904). Plus en librairie.

Chodat, R. Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues. Genève (1909).

Cavers, F. Recent work on Flagellata and primitive Algae, New Phytologist, XII (1913).

Pascher, A. Die Süsswasserflora Deutschlands, Oesterreichs u. der Schweiz. Jena (1913, en cours de publication).

Table des matières.

Errata.

Page 47, au lieu de	Grintzesca	lire	Grintzesco.
» 196, » » »	fig. 44, pl. IX,	»	fig. 49, pl. IX.
» 209, » » »	celastroïde	»	coelastroïde.
» 238, » » »	pleucococcoïde	»	pleurococcoide.
» 253, » » »	Célastracées	»	Coelastracées.
» 252, ajouter, après	*Pleodorina*		*Volvox*.
» 254, au lieu de	*Stigeolonium*	»	*Stigeoclonium*.
» 256, » » »	*Phaedactylon*	»	*Phaeodactylon*.

Planche I.

Fig. 1. — Culture du *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. sur agar-glycose 2%. Apparence de la culture après deux mois. On a inoculé au moyen d'un fil de platine, de là l'espèce de racine qu'on aperçoit au-dessous de chaque colonie. Le disque bleuâtre représente la surface du milieu nutritif. On a supprimé de la photographie les contours du flacon de culture « Erlenmeyer. »

Fig. 2. — *Scenedesmus sempervirens* Chod. Culture vieille de trois mois sur agar-glycose 2%-peptone. On voit l'apparence verruqueuse de la surface des colonies. Ces verrues sont des colonies de 2me ordre qui se forment en bourgeonnant sur la première.

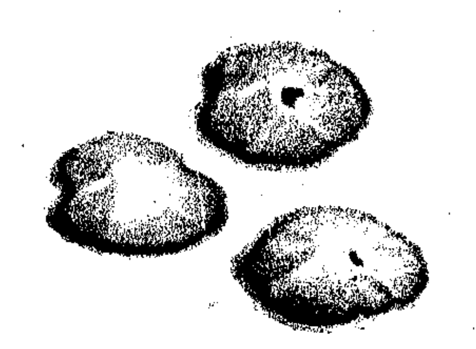
Fig. 3. — *Scenedesmus costulatus* Chod. Vieille culture de 6 mois, sur agar-glycose.

Fig. 4. — *Scenedesmus quadricauda* Bréb. Culture de deux mois sur agar-glycose. On voit bien la surface pâlissante.

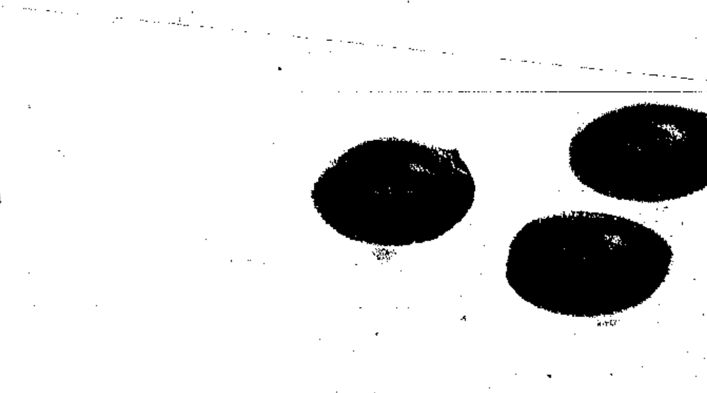
Fig. 5. — *Scenedesmus costulatus* Chod. Culture plus jeune que fig. 3. On voit la zonation et la couleur chrome se manifester à la surface.

Fig. 6. — *Scenedesmus obtusiusculus* Chod. Culture de 4 mois sur agar-glycose. On voit l'apparence brillante et visqueuse de la colonie rougeâtre.

1 2



3 4



5 6

Planche II.

Fig 7. — *Scenedesmus spinosus* Chod. Culture sur agar-glycose.

Fig. 8. — *Scenedesmus flavescens* Chod. — Culture sur agar-glycose. La photographie n'a pas rendu exactement la couleur qui est plus jaune.

Fig. 9. — *Scenedesmus longispina* Chod. Culture du même âge que 7 et 8.

Fig. 10. — Id. même culture plus âgée.

Fig. 11. — *Scenedesmus wisconsinensis* (Sm.) Chod. Culture de 3 mois sur agar-glycose.

Fig. 12. — *Scenedesmus sempervirens* Chod. Culture sur agar-glycose (sans peptone); comparez avec fig. 2 (planche I) qui est la reproduction d'une culture de la même espèce mais sur agar-glycose-peptone.

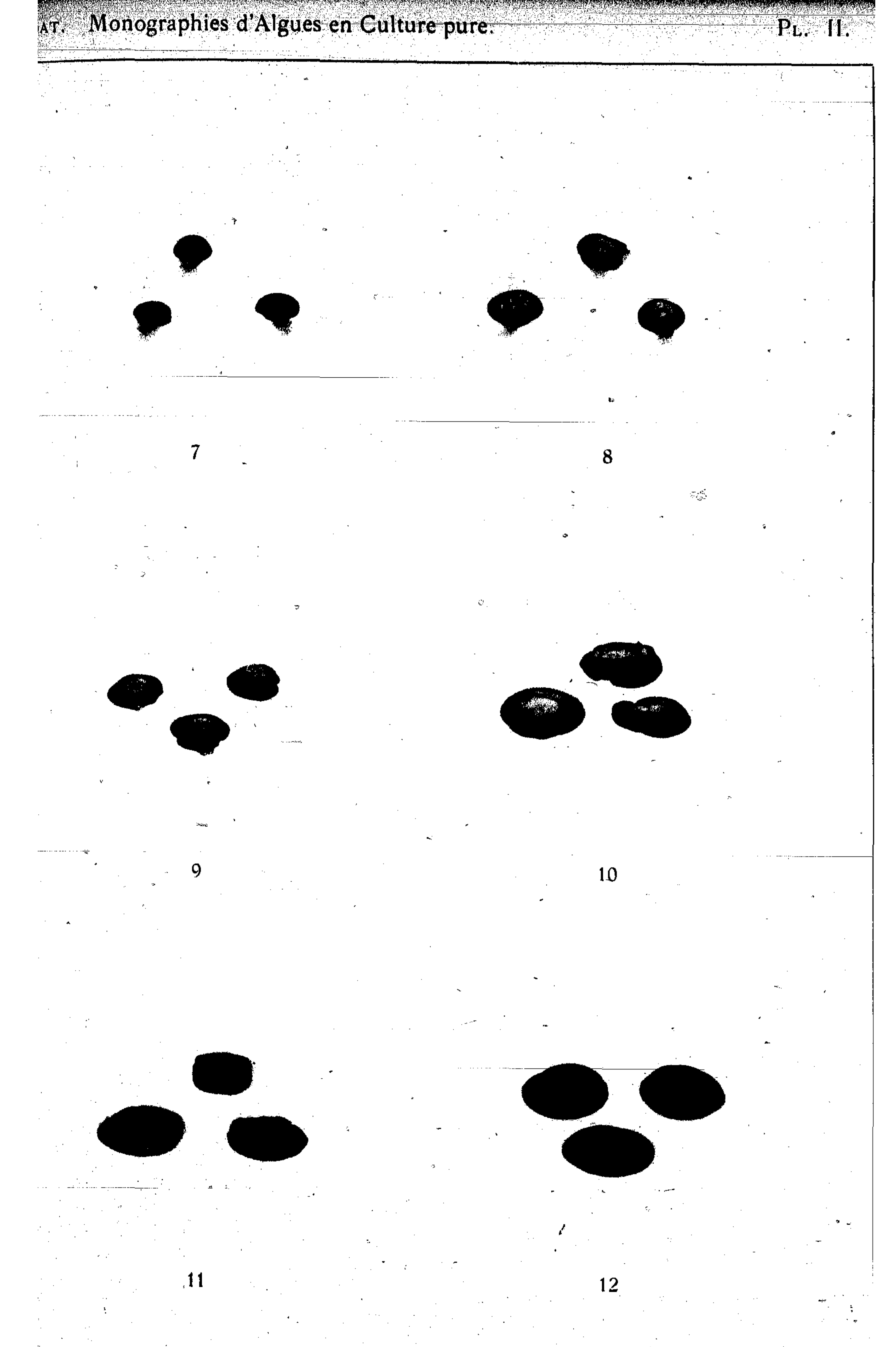

7
8
9
10
11
12

Planche III.

Fig. 13. — *Chlorella luteo-viridis* Chod. Culture de 3 mois sur agar-glycose.

Fig. 14. — *Chlorella coelastroides* Chod. Culture de 3 mois sur agar-glycose.

Fig. 15. — *Chlorella rubescens* Chod. Vieille culture (6 mois) sur agar-glycose.

Fig. 16. — *Chlorella lichina* Chod. Culture de 3 mois sur agar-glycose.

Fig. 17. — *Ourococcus bicaudatus* Grob. Culture sur agar-glycose-peptone (3 mois); on voit des verrucosités et la teinte vert foncé.

Fig. 18. — *Ourococcus bicaudatus* Grob. Culture du même âge mais sans peptone.

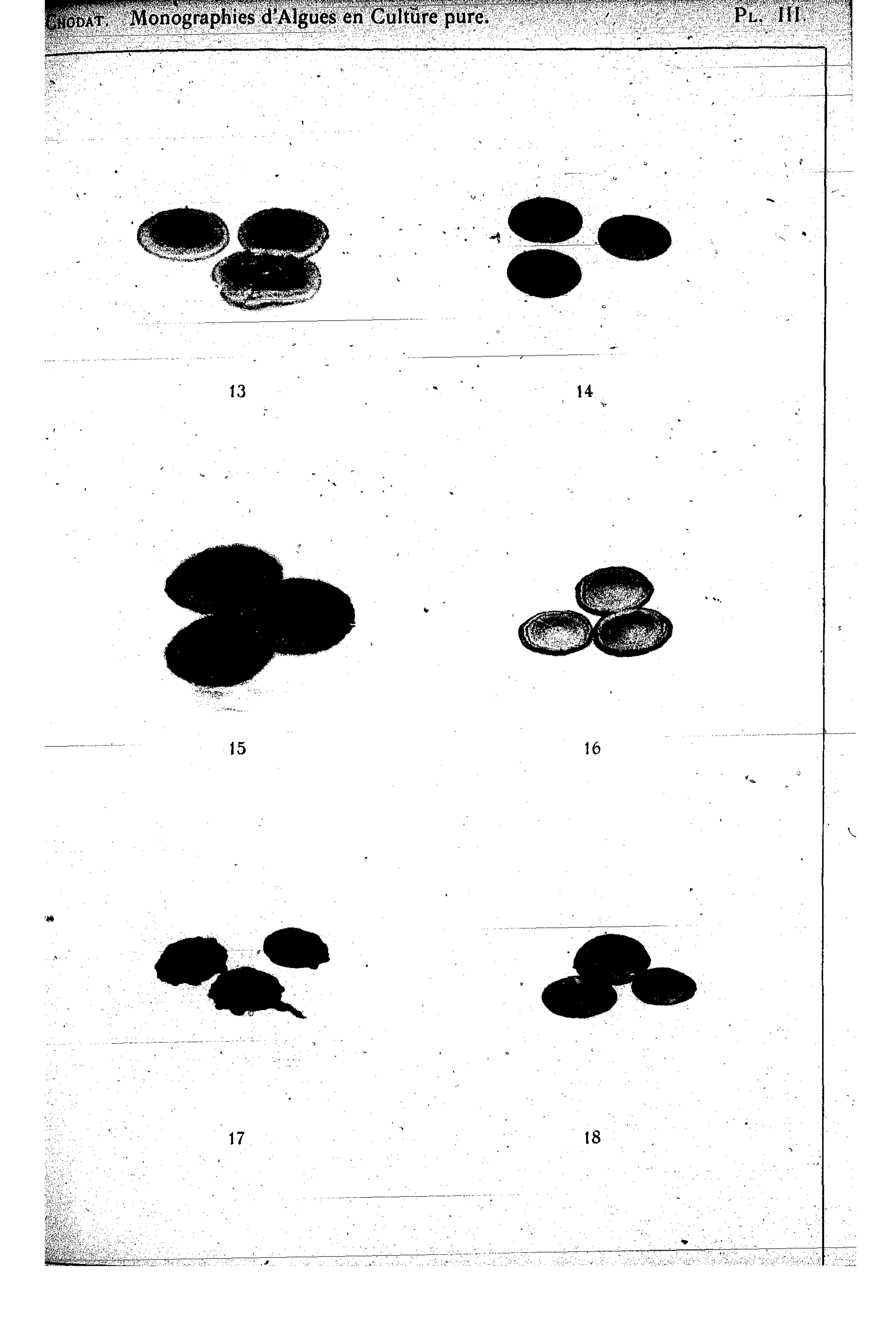

13
14
15
16
17
18

Planche IV.

Fig. 19. — *Chlorella lacustris* Chod. Culture de 4 mois, sur agar-glycose 1 %; comparez avec fig. 21 qui représente la même espèce, dans le même temps, sur agar-glycose-peptone.

Fig. 20. — *Chlorella vulgaris* Beijr. var. *viridis* Chod. Culture sur agar-glycose; comparez avec les variétés v. *intermedia* (fig. 22) et v. *genevensis* (fig. 24).

Fig. 21. – *Chlorella lacustris* Chod. Culture sur agar-glycose-peptone (4 mois); comparez avec fig. 19 qui représente la même espèce en culture sur agar-glycose sans peptone.

Fig. 22. — *Chlorella vulgaris* Beijr. var. *intermedia* Chod. Culture sur agar-glycose (3 mois); comparez avec fig. 20 et 24.

Fig. 23. — *Chlorella lacustris* Chod. Culture sur agar-glycose d'une mutation instable de cette espèce (voir pg. 95); comparez avec la fig. 19 qui représente la même espèce (normale) sur le même milieu et dans le même temps.

Fig. 24. — *Chlorella vulgaris* Beijr. var. *genevensis* Chod. Culture sur agar-glycose; comparez avec fig. 20 et 22.

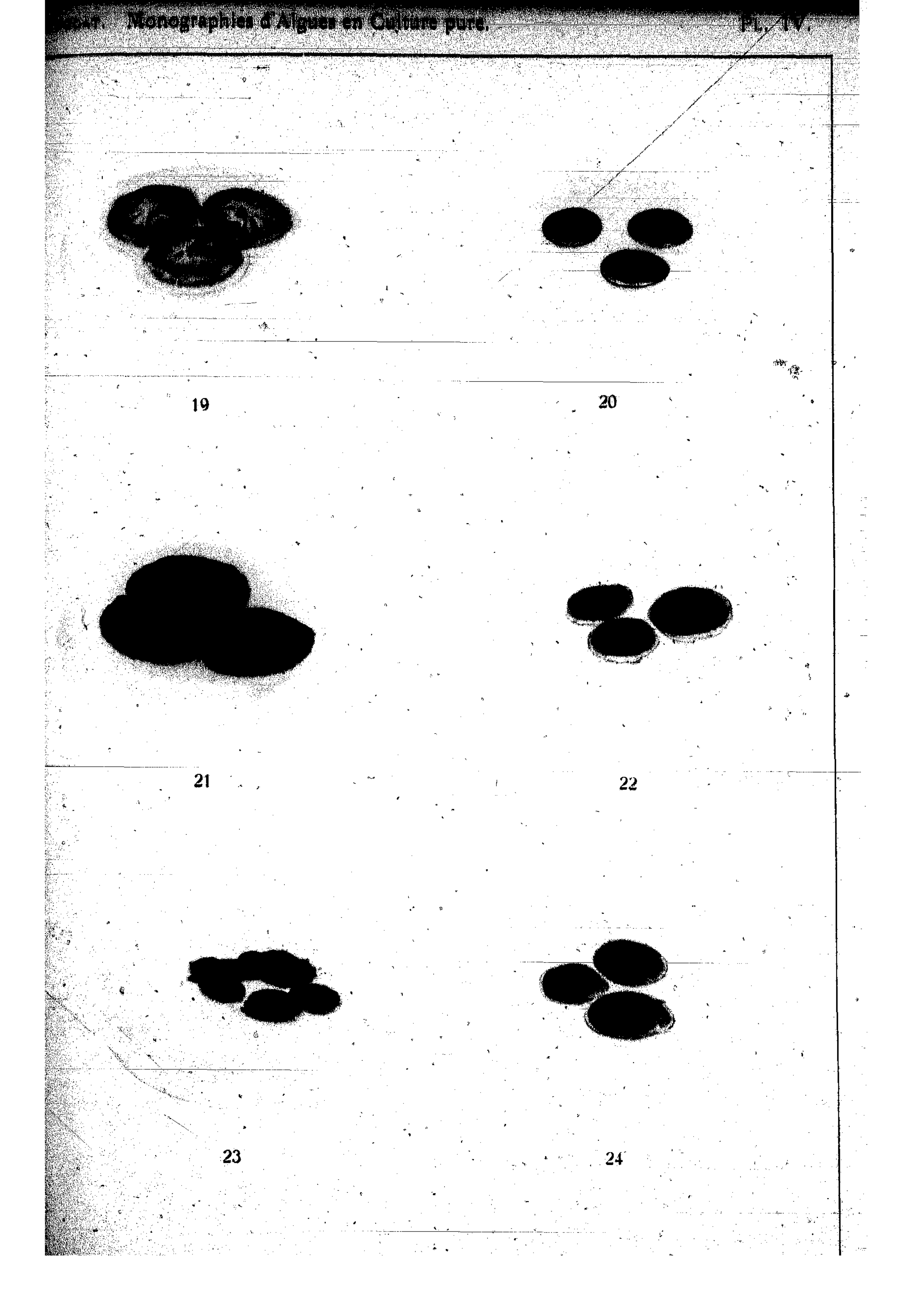

19
20
21
22
23
24

Planche V.

Fig. 25. — ***Palmellococcus protothecoides*** (Krüg.) Chod. Culture sur agar simple; comparez avec fig. 27 et 29.

Fig. 26. — ***Palmellococcus saccharophilus*** (Krüg.) Chod. Culture sur agar-glycose; comparez avec fig. 28 qui représente la même plante mais sur agar-glycose-peptone et avec fig. 30 qui est la reproduction de la culture sur gélatine-glycosée.

Fig. 27. — ***Palmellococcus protothecoides*** (Krüg.) Chod. Culture sur agar-glycose-peptone; comparez avec fig. 25 (sans glycose et sans peptone) et fig. 29 (glycose-peptone).

Fig. 28. — ***Palmellococcus saccharophilus*** (Krüg.) Chod. Culture sur agar-glycose-peptone.

Fig. 29. — ***Palmellococcus protothecoides*** (Krüg.) Chod. Culture sur agar-glycose (sans peptone); on voit l'albinisme prononcé; comparez avec fig. 25 et 27.

Fig. 30. — ***Palmellococcus saccharophilus*** (Krüg.) Chod. Culture sur gélatine-glycose; comparez avec fig. 26 et 28.

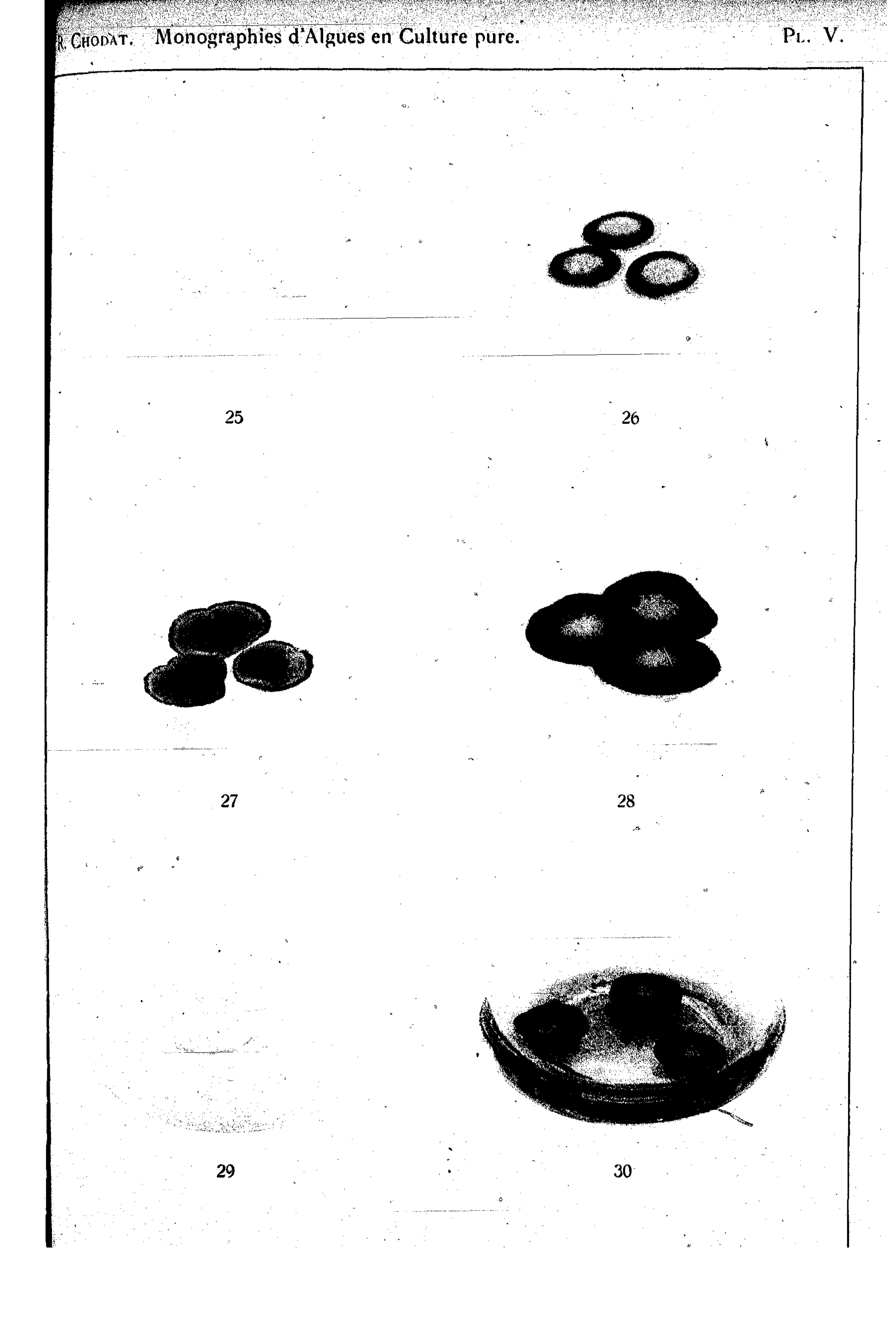

25
26
27
28
29
30

Planche VI.

Fig. 31. — *Oocystis Naegelii* Br. Culture sur agar-glycose (jeune culture); on voit le commencement de la décoloration au bord; comparez avec fig. 32 et 33.

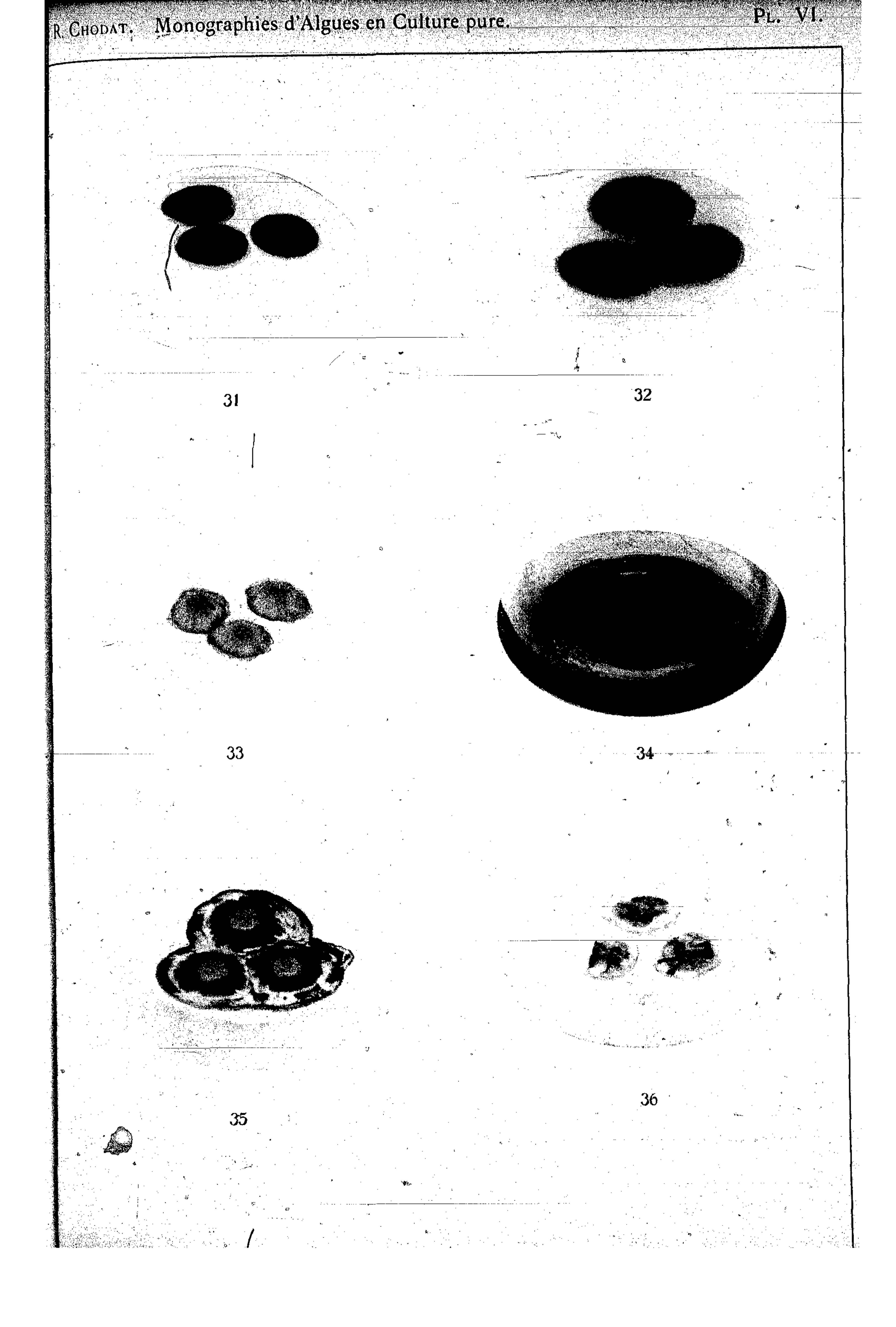
Fig. 32. — Id., mais culture sur agar-glycose-peptone.

Fig. 33. — Id., mais culture sur agar-glycose (vieille culture jaunie).

Fig. 34 — Id. Culture sur gélatine sucrée (glycose).

Fig. 35. — *Palmellococcus albo-viridis* nov. spec. ined. Culture sur agar-glycose. On voit se faire la décoloration; il y a panachure. Cette espèce sera décrite ultérieurement.

Fig. 36. — *Palmellococcus variegatus* (Beijr.) Chod. Culture panachée sur agar-glycose.



31
32
33
34
35
36

Planche VII.

Fig. 37. — *Coccomyxa Solorinae* Chod. Culture sur agar-glycose (n° 12).

Fig. 38. — *Coccomyxa Solorinae croceae* Chod. (n° 85). Culture sur agar-glycose.

Fig. 39. — *Coccomyxa Solorinae saccatae* Chod. (n° 75). Culture sur agar-glycose.

Fig. 40. — *Coccomyxa lacustris* Chod. Culture sur agar-glycose.

Fig. 41. — *Coccomyxa pallescens* Chod. Culture sur agar-glycosé.

Fig. 42. — *Coccomyxa gracilis* Chod. Culture sur agar-glycose.

37

38

39

40

41

42

Planche VIII.

Fig. 43. — ***Tribonema bombycina*** (Ag.) Derb. Sol. Culture sur agar-glycose.

Fig. 44. — ***Botrydiopsis minor*** (Schm.) Chod. Culture sur agar-glycose.

Fig. 45. — ***Hormidium flaccidum*** (Kütz.) Br. Culture sur agar-glycose.

Fig. 46. — ***Stichococcus bacillaris*** Naeg. Culture sur agar-glycose.

Fig. 47. — ***Stichococcus lacustris*** Chod. (*Verrucariae* n° 102 bis). Culture sur agar-glycose. On voit l'enduit vaselineux, marbré.

Fig. 48. — ***Stichococcus membranaefaciens*** Chod. Culture sur agar-glycose; on voit sur le bord les débuts de la formation des membranes.

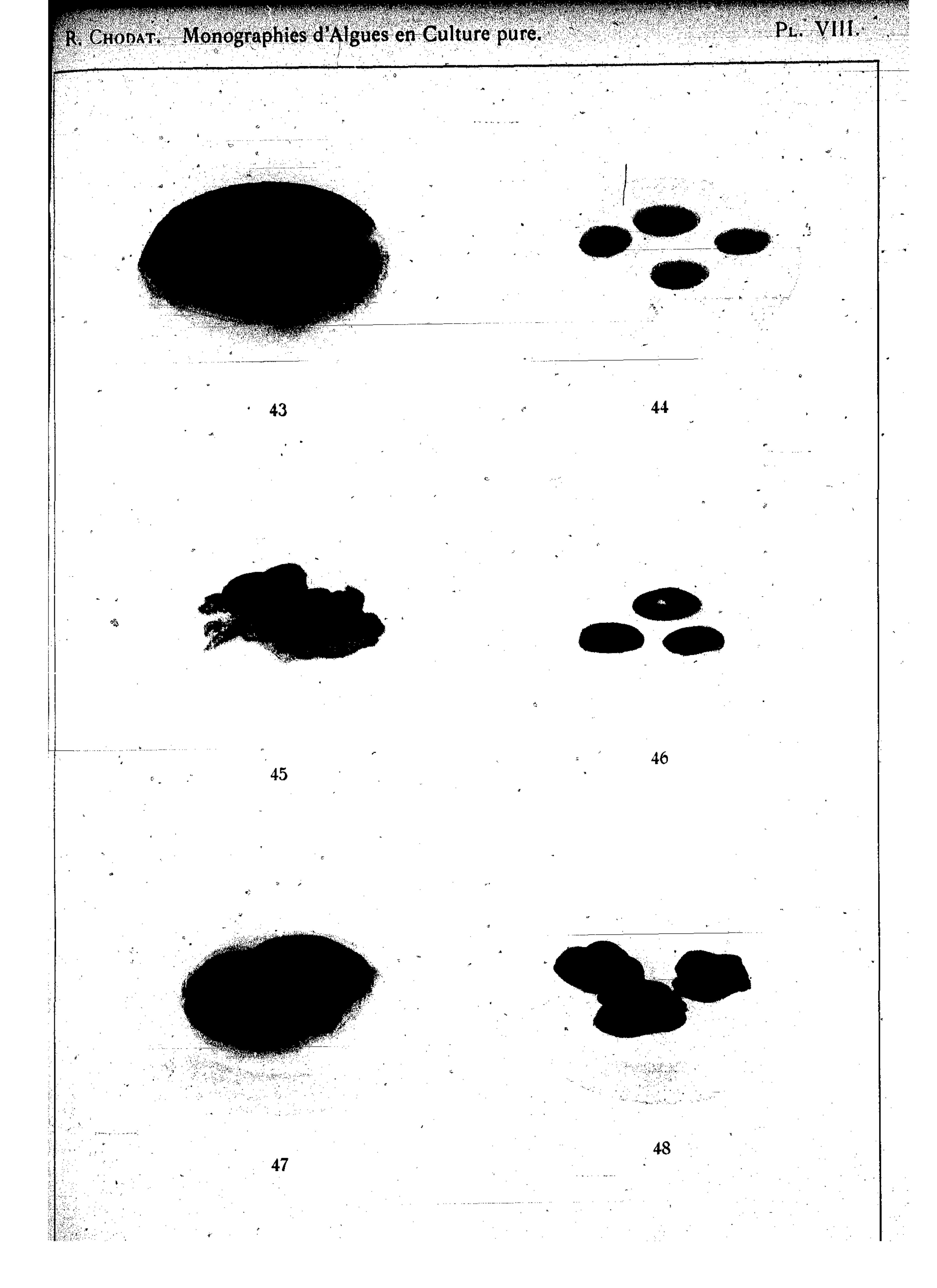

43
44
45
46
47
48

Planche IX.

Fig. 49 (indiqué par erreur comme fig. 44, vid. pg. 196). — *Cystococcus Cladoniae* Chod. (n° 60). Culture sur agar-glycose-peptone.

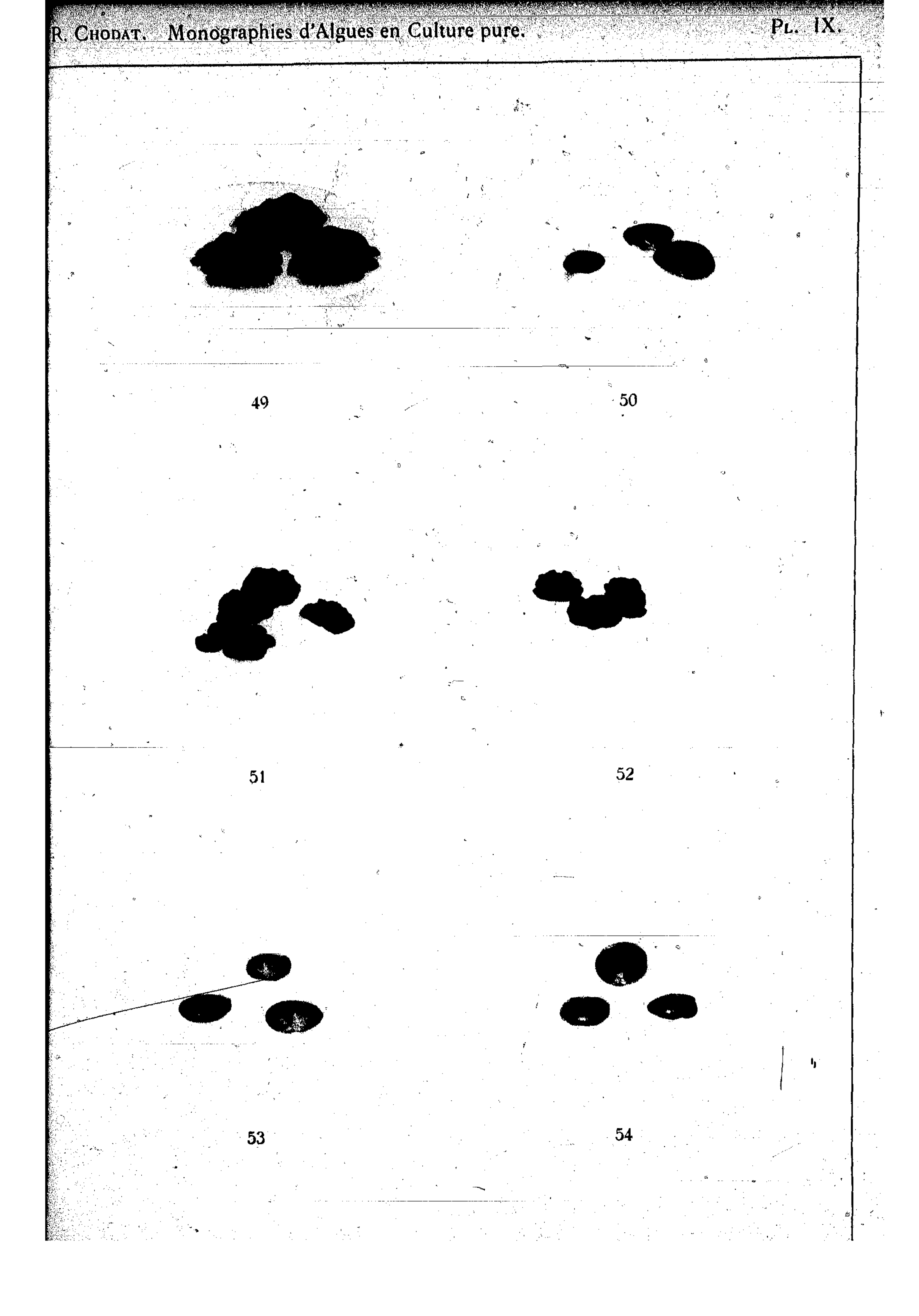
Fig. 50. — *Coccomyxa Solorinae saccatae* Chod. Culture sur agar-glycose.

Fig. 51. — *Cystococcus cohaerens* Chod. Culture sur agar-glycose.

Fig. 52. — *Cystococcus Cladoniae* Chod. Culture sur agar-glycose.

Fig. 53. — *Coccomyxa Solorinae* Chod. Culture sur agar-glycose (n° 12).

Fig. 54. — *Coccomyxa Solorinae croceae* Chod. Culture sur agar-glycose.


49
50
51
52
53
54